

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-216515
(P2001-216515A)

(43)公開日 平成13年8月10日(2001.8.10)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	マークコード(参考)
G 0 6 T	7/00	G 0 6 F	3 3 0 Z 5 B 0 4 7
	1/00	15/62	3 8 0 5 B 0 5 7
		15/64	4 0 0 L 5 L 0 9 6
			9 A 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数27 O.L (全31頁)

(21)出願番号 特願2000-23680(P2000-23680)

(22)出願日 平成12年2月1日(2000.2.1)

(71)出願人 000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(72)発明者 山田 伸
神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号
松下技研株式会社内
(72)発明者 伊藤 隆太
神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号
松下技研株式会社内
(74)代理人 100097445
弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

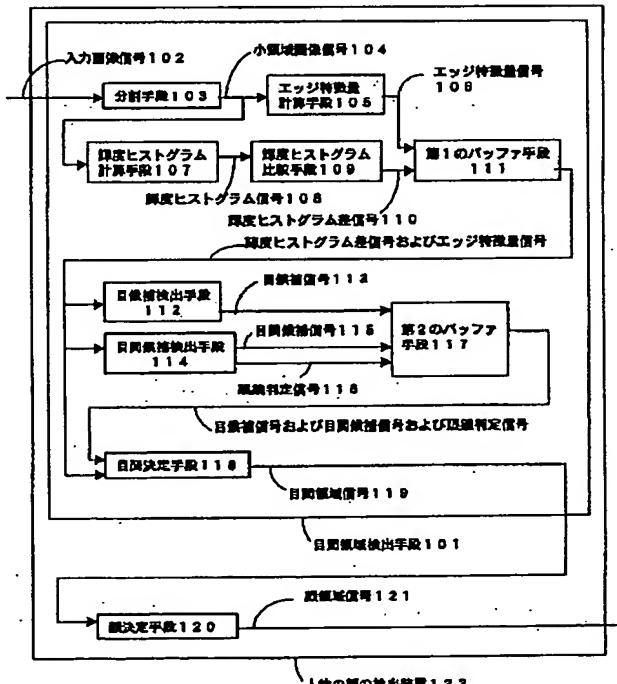
最終頁に続く

(54)【発明の名称】人物の顔の検出方法およびその装置

(57)【要約】

【課題】目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無による顔の変動に強く、少ない計算量で、人物の目の間の位置や目の位置や顔の領域などの情報を検出する顔検出装置を提供することを目的とする。

【解決手段】入力画像を小領域に分割し、各小領域の輝度特徴から目の候補領域と目の間の候補領域とを検出し、目の候補領域と目の間の候補領域の位置関係から目の間の領域を決定し、目の間の領域を含むように目や顔の領域を決定するもので、目の間の領域を検出することにより誤検出を抑制し画像中から高精度に顔領域の検出が実現できる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力画像の輝度特徴から目の候補領域と目の間の候補領域とを検出し、前記目の候補領域と目の間の候補領域との位置関係から、前記目の間の領域を検出し、検出された目の間の領域から顔の領域を決定することを特徴とする人物の顔の検出方法。

【請求項 2】 目の候補領域は、水平に近い方向の線分を輝度特徴として検出することを特徴とする請求項 1 記載の人物の顔の検出方法。

【請求項 3】 目の間の候補領域は、画像中の線分が少ない領域を輝度特徴として検出することを特徴とする請求項 1 記載の人物の顔の検出方法。

【請求項 4】 画像の一部または全体を複数個の小領域に分割し、小領域の輝度特徴から目の候補の小領域と目の間の候補の小領域とを検出し、2つの目の候補の小領域の間に目の間の候補の小領域が存在するか否かを調べることで、前記目の間の領域を検出することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の人物の顔の検出方法。

【請求項 5】 目の候補の小領域が、前記小領域の画素のエッジ情報を用いて検出されることを特徴とする請求項 4 に記載の人物の顔の検出方法。

【請求項 6】 前記目の候補の小領域が、前記小領域の画素の輝度ヒストグラムを求め、隣接する小領域間で輝度ヒストグラムを比較して検出されることを特徴とする請求項 4 記載の人物の顔の検出方法。

【請求項 7】 前記目の間の候補の小領域が、前記小領域の画素のエッジ情報を用いて検出されることを特徴とする請求項 4 記載の人物の顔の検出方法。

【請求項 8】 前記目の間の候補の小領域が、垂直方向に隣接する前記小領域の画素のエッジ情報を用いて検出されることを特徴とする請求項 7 記載の人物の顔の検出方法。

【請求項 9】 前記目の間の候補の小領域が、前記小領域の画素の輝度ヒストグラムを求め、隣接する小領域間で輝度ヒストグラムを比較して検出されることを特徴とする請求項 4 記載の人物の顔の検出方法。

【請求項 10】 画像の一部または全体を複数個の小領域に分割する際に、異なる方法で2組以上の小領域に分割し、それぞれ分割された小領域の集まりを小領域群とし、それぞれの小領域群の画像の輝度特徴から目の間の領域を検出し、目の間の領域の重なりを判定して目の間の領域を修正し、修正した目の間の領域を含むように顔の領域を決定することを特徴とする人物の顔の検出方法。

【請求項 11】 異なる方法での小領域の分割は、分割する開始点を移動し一部が重なるように分割するか、または、小領域の大きさが異なるように分割することを特徴とする請求項 10 記載の人物の顔の検出方法。

【請求項 12】 前記顔の領域は、前記目の間の領域に

含まれる色を用いて決定されることを特徴とする請求項 1 から請求項 11 までのいずれかに記載の人物の顔の検出方法。

【請求項 13】 入力画像の輝度特徴から目の間の領域を検出し、目の間の領域を含むように両目の候補領域を検出し、両目の候補領域の輝度特徴または形状特徴を調べて右目の位置と左目の位置を決定し、右目の位置と左目の位置を含むように顔の領域を決定することを特徴とする人物の顔の検出方法。

【請求項 14】 前記顔の領域内の顔に関する情報を検出することを特徴とする請求項 1 から請求項 13 までのいずれかに記載の人物の顔の検出方法。

【請求項 15】 前記顔に関する情報が、性別、年齢のいずれか1つ以上を含むことを特徴とする請求項 14 に記載の人物の顔の検出方法。

【請求項 16】 動画像のフレーム画像から請求項 1 から 12 のいずれかに記載の人物の顔の検出方法で検出した顔の領域から、各領域の顔に関する情報を検出して蓄積し、顔に関する情報を用いて動画像を検索することを特徴とする動画像検索方法。

【請求項 17】 請求項 1 から 13 のいずれかに記載の人物の顔の検出方法で検出した顔の領域から、各領域の顔の特徴量とデータベースに蓄積された顔の特徴量を用いて顔の認識を行うことを特徴とする顔認識方法。

【請求項 18】 画像の一部または全体を複数個の小領域に分割する分割手段と、前記小領域の輝度特徴から目の候補の小領域を検出する目候補検出手段と、前記小領域の輝度特徴から目の間の候補の小領域を検出する目間候補検出手段と、前記2つの目の候補の小領域の間に前記目間候補検出手段で検出された目の間の候補が存在するか否かを調べて目の間の領域を決定する目間決定手段と、前記目間領域検出手段で決定した目の間の領域を含むように顔の領域を決定する顔決定手段とを備えることを特徴とする人物の顔の検出装置。

【請求項 19】 画像の一部または全体を複数個の小領域に異なる方法で2組以上の小領域に分割する際に、分割する開始点を移動し一部が重なるように分割するか、または、小領域の大きさが異なるように分割する分割手段と、それぞれ分割された小領域の集まりを小領域群とし、それぞれの小領域群の画像の輝度特徴から目の間の領域を検出する目間領域検出手段と、前記目間領域検出手段でそれぞれの小領域群から決定した複数の目の間の領域の重なりを判定して目の間の領域を修正する重複判定手段と、前記重複判定手段で修正された目の間の領域を含むように顔の領域を決定する前記顔決定手段とを備えることを特徴とする請求項 18 に記載の人物の顔の検出装置。

【請求項 20】 前記顔決定手段が、目の間の領域に含まれる色を用いて顔の領域を決定することを特徴とする請求項 18 または請求項 19 記載の人物の顔の検出装置

置。

【請求項21】 入力画像の輝度特徴から目の間の領域を検出する目間検出手段と、前記目間検出手段で検出された目の間の領域を含むように両目の候補領域を検出する目候補設定手段と、前記目候補設定手段で検出された両目の候補領域の輝度特徴または形状特徴を調べて右目の位置と左目の位置を決定する目決定手段と、前記目決定手段で決定した右目の位置と左目の位置を含むように顔の領域を決定する顔決定手段を備えることを特徴とする人物の顔の検出装置。

【請求項22】 動画像を蓄積する動画像蓄積手段と、前記動画像中のフレーム画像から顔の領域を決定する請求項18から請求項21に記載の人物の顔の検出装置と、前記決定された顔の領域内の顔に関する情報を検出する情報検出手段と、前記情報検出手段で検出した情報を蓄積する顔情報蓄積手段と、前記顔情報蓄積手段に蓄積された情報を検索する検索手段を備えることを特徴とする動画像検索装置。

【請求項23】 入力画像から顔の領域を決定する請求項18から請求項21に記載の人物の顔の検出装置と、予め認識したい人物の顔の特徴量と人名を蓄積するデータベース手段と、前記人物の顔の検出装置で決定した各領域の顔の特徴量と前記データベース手段に蓄積された顔の特徴量とを用いて顔の認識を行う認識手段とを備えることを特徴とする顔認識装置。

【請求項24】 コンピュータによって画像から人物の顔を検出するプログラムを記録した記憶媒体であって、入力画像の輝度特徴から目の候補領域と目の間の候補領域とを検出し、前記目の候補領域と目の間の候補領域との位置関係から、前記目の間の領域を検出し、検出された目の間の領域から顔の領域を決定することを特徴とする人物の顔の検出プログラムを記憶した記憶媒体。

【請求項25】 コンピュータによって画像から人物の顔を検出するプログラムを記録した記憶媒体であって、入力画像の輝度特徴から目の間の領域を検出し、目の間の領域を含むように両目の候補領域を設定し、両目の候補領域の輝度特徴または形状特徴を調べて右目の位置と左目の位置を決定し、右目の位置と左目の位置を含むように顔の領域を決定し、決定した顔の領域を出力することを特徴とする人物の顔の検出プログラムを記憶した記憶媒体。

【請求項26】 コンピュータによって動画像を検索するプログラムを記録した記録媒体であって、動画像のフレーム画像から請求項1から12のいずれかに記載の人物の顔の検出方法で検出した顔の領域から、検出された各領域の顔に関する情報を検出して蓄積し、前記顔に関する情報を用いて動画像を検索することを特徴とする動画像検索プログラムを記憶した記憶媒体。

【請求項27】 コンピュータによって顔を認識するプログラムを記録した記録媒体であって、請求項1から1

3のいずれかに記載の人物の顔の検出方法で検出した顔の領域から、検出された各領域の顔の特徴量と予めデータベースに蓄積された顔の特徴量とを用いて顔の認識を行うことを特徴とする顔認識プログラムを記憶した記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、顔や人物に関する情報をキーにして動画像を検索する動画像検索装置や、自動車の運転手や乗員を監視する監視システムや、カメラに映った顔をデータベース上の顔と認識する顔認識システムに係り、画像中から人物の顔の領域、顔の情報などを検出する技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来から、人物の顔を検出する技術が開発されており、例えば特開平7-311833号公報に開示されている顔検出装置がある。以下、従来の顔検出装置について図22を用いて説明する。

【0003】 従来の顔検出装置2220は、目と口に注目したものであり、輝度が局所的に最も小さくなる輝度極小点と輝度が大きくなっていく輝度変曲点を検出してこの2点に挟まれる領域を顔の構成要素の領域として切り出す領域検出装置2221と、顔構成要素領域の大きさや位置関係より顔の候補を検出する顔候補検出装置2222と、顔候補を詳しく調べて顔であるか否かを判定する顔判定装置2223の3つの処理装置から構成される。入力画像信号2231は、人物の顔を含む画像である。

【0004】 前記画像入力信号2231を一次微分手段2201により、画像上の上から下の方向に一次微分を行い一次微分信号2232を出力する。前記一次微分信号を二値化手段2202により0で二値化し、一次微分二値化信号2233を出力する。また前記入力画像信号を二次微分手段2203により二次微分を行い、二次微分信号2234を出力する。前記二次微分信号を二値化手段2204により0で二値化し、二次微分二値化信号2235を出力する。

【0005】 論理和手段2205により、前記一次微分二値化信号2233と前記二次微分二値化信号2235の論理和をとり目・口第一候補信号2236を出力する。前記目・口第一候補信号において連結領域特徴量算出手段2206により、連結領域を成している各領域に対して面積、重心位置、領域の縦・横の長さ、また前記入力画像信号をも入力とし、各領域に対して領域内の輝度の平均・分散の領域の特徴量を、領域特徴量信号2237として出力する。

【0006】 前記領域特徴量信号を入力とする目第二候補判定手段2207が、各領域の面積、領域の縦・横の長さ、輝度平均・分散を調べて、前記領域が目らしい領域を判定し、領域の特徴量と合わせて目第二候補信号2

238として出力する。同様に前記領域特徴量信号を入力とする口第二候補判定手段2208が、各領域の面積、領域の縦・横の長さ、輝度平均・分散を調べて、前記領域が口らしい領域を判定し、領域の特徴量と合わせて口第二候補信号2239として出力する。

【0007】顔候補判定手段2209により、前記目第二候補信号から目候補領域を2つ、前記口第二候補信号から口候補領域を1つ、すべての領域が互いに重複しないように選択し、各領域の重心位置を調べて顔らしい配置をしている候補の組をすべての組み合わせについて調べ、顔候補信号2240として出力する。

【0008】顔候補領域画像切り出し手段2210は、アフィン変換を用いて、該顔候補信号中の左右の目の候補領域の重心位置を基準に、顔の存在する候補領域を切り出し、顔候補像信号2241として出力する。顔判定手段2211は、前記顔候補画像信号と、顔標準パターンの間の距離を算出し、ある閾値よりも小さければ、前記入力信号の対応する場所に人間の顔が撮影されていると判断し、顔の存在する位置・大きさ・角度を顔信号2242として出力する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】以上のように従来の技術では、輝度が局所的に最も小さくなる輝度極小点と輝度が大きくなっている輝度変曲点を検出してこの2点に挟まれる領域を目や口の候補領域として切り出してから、これらの候補領域の形状特徴と輝度特徴から目の候補と口の候補を検出し、目の候補と口の候補の位置関係より顔の候補を検出し、顔候補を詳しく調べて顔であるか否かを判定する。

【0010】しかし、顔以外の背景物が多く映っている場合には、輝度極小点と輝度変曲点が多数存在するため、目や口の候補領域が多数検出され、多くの誤検出が発生するという課題を有していた。従来技術では、目や口の候補領域の形状特徴と輝度特徴から目の候補と口の候補を検出しているが、個人差や表情の変化によって目と口の形状が大きく変化するため、目や口の候補領域として誤検出された背景部分は、目または口の候補領域として多数残ってしまう。さらに、斜め向きの顔や傾いた顔も検出するように設計した場合に顕著であるが、目の候補と口の候補の位置関係を使って顔の候補を検出するときに、誤検出された背景部分が顔の候補として多数残る。顔候補を詳しく調べる処理で誤検出を何%抑制できるかは、顔候補を詳しく調べる処理のアルゴリズムと閾値に依存して変化し、顔の候補として誤検出される背景部分は少ない方が望ましいだけでなく、多くのアルゴリズムでは計算量が急激に増大してしまう。

【0011】また、従来方式では、ヒゲが口にかかった顔を検出しようとしても、ヒゲと口を分離できずに検出もれになる場合があるという課題を有していた。

【0012】本発明は、目や口の動きを含む顔の表情や

ヒゲの有無による顔の変動に強く、少ない計算量で、人物の顔の領域などの情報を検出する人物の顔の検出装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するためには、本発明は、画像中から目の候補領域と目の間の候補領域を検出し、目の候補領域と目の間の候補領域の位置関係から目の間の領域を決定し、目の間の領域を含むように顔の領域を決定するものである。

【0014】これにより、目の間は顔の表情による変動が少なく、口やヒゲと離れているので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無による顔の変動に強く、人物の顔の領域などの情報を検出することができる。

【0015】また、複数の画素が連結領域かどうかを判定するのではなく、最初に小領域に分割してから小領域が目や目の間であるかどうかを判定することで、少ない計算量で実行することができる。

【0016】さらに、目の間の領域の重なりを調べたり、目の間の候補領域内の特徴や目の候補領域内の特徴を判定して目の間の領域を決定することで、顔以外の背景物が多く映っている場合を含めて、少ない計算量で人物の顔の領域を高精度で検出することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、入力画像の輝度特徴から目の候補領域と目の間の候補領域とを検出し、前記目の候補領域と目の間の候補領域との位置関係から、前記目の間の領域を検出し、検出された目の間の領域から顔の領域を決定するものであり、目の間は顔の表情による変動が少なく口やヒゲと離れているので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強く、人物の顔の領域を高精度に検出できる作用を有する。

【0018】請求項2に記載の発明は、請求項1記載の人物の顔の検出方法において、目の候補領域は、水平に近い方向の線分を輝度特徴として検出するものであり、目の領域では、顔の表情の変動によらず水平に近い方向の線が多いので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強く、人物の目の候補領域を高精度に検出できる作用を有する。

【0019】請求項3に記載の発明は、請求項1記載の人物の顔の検出方法において、目の間の候補領域は、画像中の線分が少ない領域を輝度特徴として検出するものであり、目の間や、目の間の上の額部分や、目の間の下の鼻部分では線分が少ないので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強く、人物の目の間の候補領域を高精度検出できる作用を有する。

【0020】請求項4に記載の発明は、請求項1から請求項3のいずれかに記載の人物の顔の検出方法において、画像の一部または全体を複数個の小領域に分割し、小領域の輝度特徴から目の候補の小領域と目の間の候補

の小領域とを検出し、2つの目の候補の小領域の間に目の間の候補の小領域が存在するか否かを調べることで、前記目の間の領域を検出するものであり、目の間は顔の表情による変動が少なく口やヒゲと離れているので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強く、人物の目の間の領域を検出できる作用を有する。また、複数の画素が連結領域かどうかを判定するのではなく、最初に小領域に分割してから小領域が目や目の間であるかどうかを判定するので、少ない計算量で人物の目の間の領域を検出できる作用を有する。

【0021】請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の人物の顔の検出方法において、目の候補の小領域が、小領域の内部の画素のエッジ情報を用いて検出されるものであり、目の領域では、顔の表情の変動によらず垂直方向のエッジ強度が大きい値になるので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強く、少ない計算量で目の候補の小領域を高精度に検出できる作用を有する。

【0022】請求項6に記載の発明は、請求項4記載の人物の顔の検出方法において、目の候補の小領域が、小領域の画素の輝度ヒストグラムを求めて隣接する小領域間で輝度ヒストグラムを比較して検出されるものであり、目の領域では顔の表情の変動によらず、ほぼ同じ値の輝度をもつ画素が横方向に隣接するので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強く、少ない計算量で目の候補の小領域を高精度に検出できる作用を有する。

【0023】請求項7に記載の発明は、請求項4記載の人物の顔の検出方法において、目の間の候補の小領域が、小領域の内部の画素のエッジ情報を用いて検出されるものであり、メガネをかけていない顔の目の間では、顔の表情の変動によらず垂直方向のエッジ強度が小さい値になるので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強く、少ない計算量で目の間の候補の小領域を高精度に検出できる作用を有する。

【0024】請求項8に記載の発明は、請求項7記載の人物の顔の検出方法において、目の間の候補の小領域が、垂直方向に隣接する小領域の内部の画素のエッジ情報を用いて検出されるものであり、メガネをかけた顔の目の間では、垂直方向のエッジ強度が小さい値になる小領域と垂直方向のエッジ強度が大きい値になる小領域が上下に隣接するので、メガネの有無やヒゲの有無や髪型や顔の表情による顔の変動に強く、少ない計算量で目の間の候補の小領域を高精度に検出できる作用を有する。

【0025】請求項9に記載の発明は、請求項4記載の人物の顔の検出方法において、目の間の候補の小領域が、小領域の画素の輝度ヒストグラムを求めて隣接する小領域間で輝度ヒストグラムを比較して検出されるものであり、メガネをかけない顔の目の間の領域では顔の表情の変動によらず、ほぼ同じ値の輝度をもつ画素が横方

向に隣接するので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強く、少ない計算量でメガネをかけない顔の目の間の候補の小領域を高精度に検出できる作用を有する。また、メガネをかけた顔の目の間の領域では横方向に隣接する画素の輝度差が大きくなる場合が多いので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強く、少ない計算量でメガネをかけた顔の目の間の候補の小領域を検出できる作用を有する。

【0026】請求項10に記載の発明は、画像の一部または全体を複数の小領域に分割する際に、異なる方法で2組以上の小領域に分割し、それぞれ分割された小領域の集まりを小領域群とし、それぞれの小領域群の画像の輝度特徴から目の間の領域を検出し、目の間の領域の重なりを判定して目の間の領域を修正し、修正した目の間の領域を含むように顔の領域を決定するものであり、目の間は顔の表情による変動が少なく口やヒゲと離れているので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強く、人物の顔の領域を検出できる作用を有する。また、異なる方法で2組以上の小領域に分割して検出された目の間の領域が重複するとき、両方とも目の間を含んでいれば2つの領域の重複する部分の面積が大きくなるので、顔以外の背景物が多く映っている場合を含めて、人物の顔の領域の誤検出を抑制し高精度に検出できるという作用を有する。さらに、検出された目の間の領域の重なりを判定するだけなので、口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強く、少ない計算量で人物の顔の領域の誤検出を抑制し、高精度に検出できるという作用を有する。

【0027】請求項11に記載の発明は、請求項10記載の人物の顔の検出方法において、異なる方法での小領域の分割は、分割する開始点を移動し一部が重なるように分割するか、または、小領域の大きさが異なるように分割するものであり、分割される領域や小領域の大きさによらず、目の間の領域が検出されるので、検出された目の間の領域の重なりを判定することで人物の顔の領域の誤検出を抑制し、高精度に検出することができるという作用を有する。

【0028】請求項12に記載の発明は、請求項1から請求項11までのいずれかに記載の人物の顔の検出方法において、顔の領域が、前記目の間の領域に含まれる色を用いて決定されるものであり、照明条件や個人差によらず目の間の領域の色と顔の他の部分の肌の色は近いので、照明条件や個人差の変動に強く、少ない計算量で顔の領域を検出できる作用を有する。

【0029】請求項13に記載の発明は、入力画像の輝度特徴から目の間の領域を検出し、目の間の領域を含むように両目の候補領域を検出し、両目の候補領域の輝度特徴または形状特徴を調べて右目の位置と左目の位置を決定し、右目の位置と左目の位置を含むように顔の領域

を決定するものであり、目の間は顔の表情による変動が少なく口やヒゲと離れているので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強く、人物の顔の領域を検出できる作用を有する。また、目の周辺だけに限定すれば目の輝度分布と目以外の部分の輝度分布が大きく異なるので、目の周辺の輝度特徴や形状特徴を用いて右目と左目の位置を検出できる作用を有する。

【0030】請求項14に記載の発明は、請求項1から請求項13までのいずれかに記載の人物の顔の検出方法において、前記顔の領域内の顔に関する情報を検出するものであり、顔の領域の情報だけでなく、顔に関する情報を検出できる作用を有する。

【0031】請求項15に記載の発明は、請求項14に記載の人物の顔の検出方法において、前記顔に関する情報が、性別、年齢のいずれか1つ以上を含むものであり、動画像の検索や人物の監視や認識に必要な情報を検出できる作用を有する。

【0032】請求項16に記載の発明は、動画像のフレーム画像から請求項1から12のいずれかに記載の人物の顔の検出方法で検出した顔の領域から、各領域の顔に関する情報を検出して蓄積し、顔に関する情報を用いて動画像を検索するものであり、人物や顔をキーにして動画像を検索したり、検索に必要な人物や顔の情報を作成して蓄積できる作用を有する。また、目の間は顔の表情による変動が少なく口やヒゲと離れているので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強く、顔の領域を検出できる作用を有する。

【0033】請求項17に記載の発明は、請求項1から13のいずれかに記載の人物の顔の検出方法で検出した顔の領域から、各領域の顔の特徴量とデータベースに蓄積された顔の特徴量を用いて顔の認識を行うものであり、目の間は顔の表情による変動が少なく口やヒゲと離れているので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強い、顔の領域が検出できるので、高精度に顔認識ができる作用を有する。

【0034】請求項18に記載の発明は、画像の一部または全体を複数個の小領域に分割する分割手段と、前記小領域の輝度特徴から目の候補の小領域を検出する目候補検出手段と、前記小領域の輝度特徴から目の間の候補の小領域を検出する目間候補検出手段と、前記2つの目の候補の小領域の間に前記目間候補検出手段で検出された目の間の候補が存在するか否かを調べて目の間の領域を決定する目間決定手段と、前記目間領域検出手段で決定した目の間の領域を含むように顔の領域を決定する顔決定手段とを備えるものであり、目の間は顔の表情による変動が少なく口やヒゲと離れているので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強く、顔の領域を高精度に検出できる作用を有する。また、複数の画素が連結領域かどうかを判定するのではな

く、最初に小領域に分割してから小領域が目や目の間であるかどうかを判定するので、少ない計算量で顔の領域を高精度に検出できる作用を有する。

【0035】請求項19に記載の発明は、請求項18に記載の人物の顔の検出装置において、画像の一部または全体を複数個の小領域に異なる方法で2組以上の小領域に分割する際に、分割する開始点を移動し一部が重なるように分割するか、または、小領域の大きさが異なるように分割する分割手段と、それぞれ分割された小領域の集まりを小領域群とし、それぞれの小領域群の画像の輝度特徴から目の間の領域を検出する目間領域検出手段と、前記目間領域検出手段でそれぞれの小領域群から決定した複数の目の間の領域の重なりを判定して目の間の領域を修正する重複判定手段と、前記重複判定手段で修正された目の間の領域を含むように顔の領域を決定する前記顔決定手段とを備えるものであり、分割される領域や小領域の大きさによらず、目の間の領域が検出されるので、検出された目の間の領域の重なりを判定することで人物の顔の領域の誤検出を抑制し、高精度に検出することができるという作用を有する。

【0036】請求項20に記載の発明は、請求項18または請求項19記載の人物の顔の検出装置において、前記顔決定手段が、前記目の間の領域に含まれる色を用いて顔の領域を決定するものであり、照明条件や個人差によらず目の間の領域の色と顔の他の部分の肌の色は近いので、照明条件や個人差の変動に強く、少ない計算量で顔の領域を検出できる作用を有する。

【0037】本発明の請求項21に記載の発明は、入力画像の輝度特徴から目の間の領域を検出する目間検出手段と、前記目間検出手段で検出された目の間の領域を含むように両目の候補領域を検出する目候補設定手段と、前記目候補設定手段で検出された両目の候補領域の輝度特徴または形状特徴を調べて右目の位置と左目の位置を決定する目決定手段と、前記目決定手段で決定した右目の位置と左目の位置を含むように顔の領域を決定する顔決定手段を備えるものであり、目の間は顔の表情による変動が少なく口やヒゲと離れているので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強く、人物の顔の領域を高精度に検出できる作用を有する。また、目の周辺だけに限定すれば目の輝度分布と目以外の部分の輝度分布が大きく異なるので、目の周辺の輝度特徴や形状特徴を用いて右目と左目の位置を検出できる作用を有する。

【0038】請求項22に記載の発明は、動画像を蓄積する動画像蓄積手段と、前記動画像中のフレーム画像から顔の領域を決定する請求項18から請求項21に記載の人物の顔の検出装置と、前記決定された顔の領域内の顔に関する情報を検出する情報検出手段と、前記情報検出手段で検出した情報を蓄積する顔情報蓄積手段と、前記顔情報蓄積手段に蓄積された情報を検索する検索手段

を備えるものであり、人物や顔をキーにして動画像を検索したり、検索に必要な人物や顔の情報を作成して蓄積できる作用を有する。また、目の間は顔の表情による変動が少なく口やヒゲと離れているので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強く、顔の領域を検出できる作用を有する。

【0039】請求項23に記載の発明は、入力画像から顔の領域を決定する請求項18から請求項21に記載の人物の顔の検出装置と、予め認識したい人物の顔の特徴量と人名を蓄積するデータベース手段と、前記人物の顔の検出装置で決定した各領域の顔の特徴量と前記データベース手段に蓄積された顔の特徴量とを用いて顔の認識を行う認識手段とを備えるものであり、目の間は顔の表情による変動が少なく口やヒゲと離れているので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強い顔の領域が検出できるので、高精度な顔認識ができるという作用を有する。

【0040】請求項24に記載の発明は、コンピュータによって画像から人物の顔を検出するプログラムを記録した記憶媒体であって、入力画像の輝度特徴から目の候補領域と目の間の候補領域とを検出し、前記目の候補領域と目の間の候補領域との位置関係から、前記目の間の領域を検出し、検出された目の間の領域から顔の領域を決定することを特徴とする人物の顔の検出プログラムであり、コンピュータにインストールして実行するもので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強く、人物の顔を高精度に検出できる作用を有する。

【0041】請求項25に記載の発明は、コンピュータによって画像から人物の顔を検出するプログラムを記録した記憶媒体であって、入力画像の輝度特徴から目の間の領域を検出し、目の間の領域を含むように両目の候補領域を設定し、両目の候補領域の輝度特徴または形状特徴を調べて右目の位置と左目の位置を決定し、右目の位置と左目の位置を含むように顔の領域を決定し、決定した顔の領域を出力することを特徴とする人物の顔の検出プログラムであり、コンピュータにインストールして実行するもので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強く、人物の顔の領域や脇見の有無などの情報を検出できる作用を有する。また、目の周辺だけに限定すれば目の輝度分布と目以外の部分の輝度分布が大きく異なるので、目の周辺の輝度特徴や形状特徴を用いて右目と左目の位置を検出できる作用を有する。

【0042】請求項26に記載の発明は、コンピュータによって動画像を検索するプログラムを記録した記憶媒体であって、動画像のフレーム画像から請求項1から12のいずれかに記載の人物の顔の検出方法で検出した顔の領域から、検出された各領域の顔に関する情報を検出して蓄積し、前記顔に関する情報を用いて動画像を検索

することを特徴とする動画像検索プログラムであり、コンピュータにインストールして実行するもので、人物や顔をキーにして動画像を検索したり、検索に必要な人物や顔の情報を作成して蓄積できる作用を有する。また、目の間は顔の表情による変動が少なく口やヒゲと離れているので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強く、顔の領域を高精度に検出できる作用を有する。

【0043】請求項27に記載の発明は、コンピュータによって顔を認識するプログラムを記録した記録媒体であって、請求項1から13のいずれかに記載の人物の顔の検出方法で検出した顔の領域から、検出された各領域の顔の特徴量と予めデータベースに蓄積された顔の特徴量とを用いて顔の認識を行うことを特徴とする顔認識プログラムであり、コンピュータにインストールして実行するもので、目の間は顔の表情による変動が少なく口やヒゲと離れているので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強い顔の領域が検出できるので、高精度な顔認識ができるという作用を有する。

【0044】以下に、本発明の実施の形態について、図を用いて説明する。

【0045】(実施の形態1) 図1は、本発明の実施の形態1における人物の顔の検出装置の構成図である。図1において、人物の顔の検出装置122には入力画像信号102が入力され、入力画像信号102がそのまま目間領域検出手段101の分割手段103に入力される。分割手段103は、入力された入力画像信号102の画像全体を複数個の小領域に分割し、各小領域の画像を小領域画像信号104として順次出力する。エッジ特徴量計算手段105は、小領域画像信号104を読み込んで、小領域における各画素のエッジ強度の総和をエッジ特徴量信号106として出力する。輝度ヒストグラム計算手段107は、小領域画像信号104を読み込んで、小領域内の画素のヒストグラムを輝度ヒストグラム信号108として出力する。輝度ヒストグラム比較手段109は、輝度ヒストグラム信号108を読み込んで、水平方向に隣接する2つの小領域間の輝度ヒストグラムの差を輝度ヒストグラム差信号110として出力する。第1のバッファ手段111は、複数の小領域のエッジ特徴量信号106と輝度ヒストグラム差信号110を記憶する。

【0046】目候補検出手段112は、第1のバッファ手段111に記憶したエッジ特徴量信号と輝度ヒストグラム差信号を読み出して、目の候補となる小領域(目候補)を検出し、目の候補となる小領域の座標を目候補信号113として出力する。目間候補検出手段114は、第1のバッファ手段111からエッジ特徴量信号106と輝度ヒストグラム差信号110を読み出して、目の間の候補となる小領域(目間候補)を検出し、目の間の候

補となる小領域の座標を表す目間候補信号115と眼鏡の有無を表す眼鏡判定信号116を出力する。第2のバッファ手段117は、目候補信号113と目間候補信号115と眼鏡判定信号116を記憶する。目間決定手段118は、第2のバッファ手段117から目候補信号113と目間候補信号115と眼鏡判定信号116を読み出し、必要に応じて第1のバッファ手段111から輝度ヒストグラム差信号110を読み出し、2つの目の候補の小領域の間に目の間の候補の小領域が存在するかどうかを調べて目の間の領域を決定し、目の間の領域の座標を目間領域信号119として出力する。

【0047】顔決定手段120は、目間領域信号119を読み込んで、顔の領域の座標を表す顔領域信号121を出力する。

【0048】なお、図1の人物の顔の検出装置は、パソコンのCPUとメモリを用いて人物の顔の検出プログラムによって実現することもできる。

【0049】以下、図1の人物の顔の検出装置の動作について、図2のフローチャートを用いて説明する。

【0050】手順201では、分割手段103が、画像入力信号102によって入力された画像全体をVslit×Hslitのサイズ (Vslit, Hslitは1以上の整数) の小領域に分割し、各小領域の画像を小領域画像信号104として順次出力する。小領域は、図3(a)に示すように、例えばVslit=12, Hslit=2 (Vslit, Hslitはあらかじめ設定された値) とする。

【0051】手順202では、エッジ特微量計算手段105が、小領域画像信号104を読み込んで、小領域内の画素(x, y)に対して (x, yは1以上の整数) 垂直方向エッジ強度の二乗Ve(x, y)を
 $Ve(x, y) = [Y(x, y-1) - Y(x, y+1)] \times [Y(x, y-1) - Y(x, y+1)]$
 によって求め、左からi番目、上からj番目の小領域(i, j)内部のVe(x, y)の総和をSve(i, j)とする (i, jは1以上の整数)。ただし、Y(x, y)は画素(x, y)の輝度を表し、0以上255以下の整数である。左からi番目、上からj番目の中領域(i, j)における各画素のエッジ強度の総和Sve(i, j)をエッジ特微量信号106として出力する。

【0052】手順203では、輝度ヒストグラム計算手段107が、小領域画像信号104を読み込んで、小領域(i, j)内部の画素(x, y)に対して輝度値の頻度を調べてヒストグラムH(i, j, bin)を作成する。ただし、本実施例では、上位3ビットの値の頻度を調べてヒストグラムH(i, j, bin)を作成するものとする (binは1以上8以下の整数)。左からi番目、上からj番目の中領域(i, j)内の画素のヒストグラムH(i, j, bin)を輝度ヒストグラム信号108として出力する。

【0053】手順204では、輝度ヒストグラム比較計算手段109が、輝度ヒストグラム信号108を読み込んで、水平方向に隣接する2つの小領域(i, j)、(i-1, j)

の間の輝度ヒストグラムの差Dh(i, j)を、

$$Dh(i, j) = \sum [[H(i, j, bin) - H(i-1, j, bin)] \times [H(i, j, bin) - H(i-1, j, bin)]]$$

によって求める。左からi番目、上からj番目の中領域(i, j)と、左から(i-1)番目、上からj番目の中領域(i-1, j)との間の輝度ヒストグラムの差Dh(i, j)を、輝度ヒストグラム差信号110として出力する。

【0054】手順205では、第1のバッファ手段111が、複数の中領域のエッジ特微量信号106と輝度ヒストグラム差信号110を記憶する。

【0055】手順206では、目の部分で水平に近い方向の線分が多いので、エッジ特微量信号Sve(i, j)と第1の閾値Th1を比較し、Sve(i, j) > Th1を満足する小領域があらかじめ設定した個数N1個以上水平方向に連続し、さらに垂直に近い方向の線分が少ないので、その中であらかじめ設定した個数N2個以上の小領域が、輝度ヒストグラム差信号Dh(i, j)と第2の閾値Th2を比較する式

$$Dh(i, j) < Th2$$

を満足するとき、このN1個の中領域を目候補とする。そして、目候補の左端の中領域の左上の座標と、目候補の右端の中領域の右下の座標を、目候補信号113として出力する。

【0056】手順207では、眼鏡をかけていない顔の目の間で、水平に近い方向の線分が少ないので、エッジ特微量信号Sve(i, j)と第3の閾値Th3を比較し、

$$Sve(i, j) < Th3$$

を満足する小領域があらかじめ設定した個数N3個以上水平方向に連続し、さらに垂直に近い方向の線分も少ないので、その中であらかじめ設定した個数N4個以上の小領域が、輝度ヒストグラム差信号Dh(i, j)と第4の閾値Th4を比較する式

$$Dh(i, j) < Th4$$

を満足するとき、このN3個の中領域を目間候補とする。そして、目間候補の左端の中領域の左上の座標と、目間候補の右端の中領域の右下の座標を、目間候補信号115として出力する。また、この目間候補信号に対応する眼鏡判定信号116を「眼鏡なし」にして出力する。

【0057】手順208では、眼鏡をかけている顔の目の間に水平に近い方向の線分が多いので、エッジ特微量信号Sve(i, j)と第5の閾値Th5の比較と、エッジ特微量信号Sve(i, j-1)と第6の閾値Th6の比較を実行し、

$$Sve(i, j) > Th5$$

$$Sve(i, j-1) < Th6$$

を満足する小領域の組(i, j), (i, j-1)があらかじめ設定した個数N5個以上水平方向に連続し、さらに額部分に線分が少ないので、その中であらかじめ設定した個数N6個以上の小領域が、輝度ヒストグラム差信号Dh(i, j-1)と第7の閾値Th7を比較する式

$Dh(i, j-1) < Th7$

を満足するとき、N 5 個の小領域の組の下半分を目間候補とする。そして、目間候補の左端の小領域の左上の座標と、目間候補の右端の小領域の右下の座標を、目間候補信号 115 として出力する。また、この目間候補信号に対応する眼鏡判定信号 116 を「眼鏡あり」にして出力する。

【0058】手順 209 では、第 2 のバッファ手段 117 が、目候補信号 113 と目間候補信号 115 と眼鏡判定信号 116 を記憶する。

【0059】手順 210 では、目間決定手段 118 が、第 2 のバッファ手段 117 から目候補信号 113 と目間候補信号 115 を読み出し、水平に並ぶ 2 つの目候補に挟まれる目間候補を検出する。検出された目間候補に対応する眼鏡判定信号が「眼鏡なし」である場合には、検出された目間候補の左側にある目候補の目候補信号の右下の座標と、検出された目間候補の右側にある目候補の目候補信号の左上の座標を、目間領域信号 118 として出力する。検出された目間候補に対応する眼鏡判定信号が「眼鏡あり」である場合には、検出された目間候補の左側にある目候補の目候補信号の右下の座標と、検出された目間候補の右側にある目候補の目候補信号の左上の座標に囲まれる領域を目間領域の候補とし、その中の小領域の輝度ヒストグラム差信号を第 8 のバッファ手段から読み出し、読み出した輝度ヒストグラム差信号の平均値を求める。この平均値が第 8 の閾値 Th8 以上になると、検出された目間候補の左側にある目候補の目候補信号の右下の座標と、検出された目間候補の右側にある目候補の目候補信号の左上の座標を、目間領域信号 118 として出力する。

【0060】手順 211 では、顔決定手段 120 が、目間領域信号 118 の表す座標（目の間の領域の右下の座標と左上の座標）を基準にして、あらかじめ設定していた変換式に従って顔の領域の座標を決定し、顔領域信号 121 として出力する。目の間の領域の左上の座標を (xli, yti) とし、右下の座標を (xri, ybi) とすると、例えば、顔の領域の左上の座標 (xlf, ytf) と右下の座標 (xrf, ybf) を

$$xlf = xli - (xri - xli)$$

$$xrf = xri + (xri - xli)$$

$$ytf = yti$$

$$ybf = yti + (xrf - xlf)$$

とする。

【0061】本実施の形態で人物の顔を検出した例として、図 3 (b) に目候補領域 303、304 と目の間の候補領域 308 を示し、図 3 (c) に目の間の候補領域 308 から求めた目の間の領域の左上の座標点 301 と右下の座標点 302 と、顔の領域の左上の座標点 305 と右下の座標点 306 を示す。

【0062】以上の説明では、画像全体を小領域に分割

しているが、画像の一部（目の間の領域が存在すると予想される領域）を小領域に分割してもよい。例えば、テレビ放送のフレーム画像から目の間の領域を検出する場合には、顔が画像の上半分に存在することが多いので、画像の上半分を小領域に分割し、この領域から目の間の領域を検出すればよい。

【0063】また、目候補を検出する手順 206、目間候補を検出する手順 207 および手順 208 は順次処理するように説明したが、並列または手順 206～手順 208 をどんな順番で実行してもよい。

【0064】手順 202 では、一般に知られている他の方法を用いてエッジ強度を計算してもよい。また、輝度差の二乗の総和ではなく、輝度差の絶対値の総和をエッジ特徴量にしてもよい。

【0065】同様に、手順 204 では、一般に知られている他の方法を用いて輝度ヒストグラムの差を計算してもよい。また、頻度差 $[H(i, j, bin) - H(i-1, j, bin)]$ の二乗の総和ではなく、頻度差の絶対値の総和を輝度ヒストグラム差信号として出力してもよい。エッジ強度や輝度ヒストグラムの差を利用せずに、他の特徴量を利用して直線や曲線の有無を調べて、目候補や目間候補を検出してもよい。

【0066】眼鏡をかけた顔の目の間の候補は、他の特徴を利用したり、複数の特徴を組み合わせて検出してもよい。本実施の形態の手順 208 では、額部分（眼鏡の上側）の特徴を利用しているが、例えば鼻部分（眼鏡の下側）で線が少ない（各画素のエッジ強度が非常に小さい）ことを利用してもよい。

【0067】また、眼鏡をかけている顔の両目の間の輝度分布の特徴（例えば、横方向に隣接する小領域の輝度ヒストグラムの差が大きくなるという特徴）を利用しててもよい。

【0068】目の間の領域から顔の領域を決定する方法として、他の方法を利用してもよい。例えば、目の間の領域の周辺に顔の候補領域を設定し、顔の候補領域内で肌色になる画素を肌色画素として取り出してから、あらかじめ設定した割合以上の肌色画素を含むような矩形領域を求めて、顔の領域としてもよい。

【0069】本実施の形態によれば、両目と目の間の特徴を利用して目の間の領域を検出するので、口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強く、人物の顔の領域を検出することができる。

【0070】目の領域では、目や瞼の動きを含む顔の変動や眼鏡の有無や髪型によらず垂直方向のエッジ強度が大きい値になり、ほぼ同じ値の輝度をもつ画素が横方向に隣接するので、目や瞼の動きを含む顔の変動や眼鏡の有無や髪型によらず、目の領域の候補を検出できる。また、眼鏡をかけたときの目の間の特徴と眼鏡をかけないときの目の間の特徴を両方利用して目の間の候補を検出することから、眼鏡の有無によらず目の間の領域の候補

を検出できる。さらに、顔の表情が変動しても目の間がほとんど変動しないことから、顔の表情の変動によらず、目の間の領域の候補を検出できる。そして、本実施の形態で利用している目や目の間の特徴は、頭全体が動いて顔の向きや顔の傾きが変動しても保持されるので、頭全体の動きによらず、目の間の候補を検出できる。以上のことから、本実施の形態の人物の顔の検出装置は、目や瞼や頭全体の動きを含む顔の変動や眼鏡の有無や髪型によらず、人間の顔の領域を検出できる。

【0071】さらに、最初に小領域に分割してから小領域が目や目の間であるかどうかを判定するので、複数の画素が連結領域かどうかを判定するような多くの計算量を要する処理が不要であり、少ない計算量で人物の顔の領域を検出できる。

【0072】人物の顔を検出する技術を使って動画像を処理する装置やシステムでは、少ない計算量で高速に人物の顔の領域を検出しなければならないことが多い。本実施の形態によれば、輝度極小点と輝度変曲点に挟まれる領域の連結領域を調べて目や口の候補領域にする処理のような、多くの計算量が必要な処理を実行しないので、高速に人物の顔の領域を検出することができる。また、人物の顔の領域を検出することで、画像中の顔の数（人数）を簡単に推定できる。

【0073】図2に示した処理手順を人物の顔の検出プログラムとして記憶媒体に記憶することにより、各種コンピュータにインストールして人物の顔の検出方法を実行し、画像から人物の顔の領域を検出することが可能となる。

【0074】（実施の形態2）実施の形態2では、実施の形態1に示した目間領域検出手段101を2つ組み合わせて、より高精度な人物の顔の検出装置を提供する。

【0075】図4は、本発明の実施の形態2における人物の顔の検出装置の構成図である。図4において、人物の顔の検出装置401には、入力画像信号402が部分画像発生手段403に入力される。部分画像発生手段403は、入力された入力画像信号402の画像全体から、図5に示す領域501の画像と領域502の画像を取り出し、第1の部分画像信号404と第2の部分画像信号405を出力する。第1の目間領域検出手段406は、第1の部分画像信号404を読み込んで目の間の領域を検出し、目の間の領域の座標を第1の目間領域候補信号407として出力する。第2の目間領域検出手段408は、第2の部分画像信号405を読み込んで目の間の領域を検出し、目の間の領域の座標を第2の目間領域候補信号409として出力する。バッファ手段410は、第1の目間領域候補信号407と第2の目間領域候補信号409を記憶する。重複判定手段411は、バッファ手段410から第1の目間領域候補信号と第2の目間領域候補信号を読み込んで、2つの検出された目の間の領域が重複する部分の面積を判定して、目の間の領域

の座標を目間領域信号412として出力する。顔決定手段413は、目間領域信号412を読み込んで、顔の領域の座標を表す顔領域信号414を出力する。

【0076】目間領域検出手段406、408は、実施の形態1に示した目間領域検出手段101と同じ構成にすればよい。また、実施の形態1に示した人物の顔の検出装置における小領域の高さをVslitとし、座標系の原点(0,0)を画像の左上端の点にしたとき、図5に示した領域501の左上端の座標を例えば(1,1)とし、領域502の左上端の座標を(2, Vslit/2+1)にすればよい。これにより、第1の目間領域検出手段406におけるそれぞれの小領域は、第2の目間領域検出手段408におけるどこかの小領域と必ず重なることになる。なお、領域501を分割して得られた小領域の集合を第1の小領域群とし、領域502を分割して得られた小領域の集合を第2の小領域群とする。

【0077】以下、人物の顔の検出装置の動作について、図6のフローチャートを用いて説明する。

【0078】手順601では、部分画像発生手段403が、画像入力信号402によって入力された画像全体から、図5に示す領域501と領域502を取り出し、領域501の画像を第1の部分画像信号404として出力し、領域502の画像を第2の部分画像信号405として出力する。

【0079】手順602では、第1の目間領域検出手段406が、第1の部分画像信号404を読み込んで目の間の領域を検出し、目の間の領域の座標を第1の目間領域候補信号407として出力する。例えば、実施の形態1の手順201から手順210に示した動作を実行することで、目の間の領域を検出することができる。

【0080】手順603では、第2の目間領域検出手段408が、第2の部分画像信号405を読み込んで目の間の領域を検出し、目の間の領域の座標を第2の目間領域候補信号409として出力する。

【0081】手順604では、バッファ手段410が、第1の目間領域候補信号407と第2の目間領域候補信号409を記憶する。図7に示した人物の顔の画像から本装置で人物の顔を検出したとき、第1の目間領域検出手段で検出された目の間の領域の左上の座標と右下の座標は点701、702になり、第2の目間領域検出手段で検出された目の間の領域の左上の座標と右下の座標は点703、704になる。

【0082】手順605では、重複判定手段411が、バッファ手段410から第1の目間領域候補信号と第2の目間領域候補信号を読み込み、第1の目間領域検出手段406で検出された目の間の領域の左上の座標(x1, y1)および右下の座標(xr1, yr1)と、第2の目間領域検出手段408で検出された目の間の領域の左上の座標(x1, y1)および右下の座標(xr2, yr2)を求め、2つの目の間の領域に重複する部分が存在するかを調べる。

【0083】すべての目間領域候補信号の組み合わせに対して手順607以降を実行した場合には、人物の顔の検出処理を終了する（手順606）。

【0084】2つの目の領域に重複する部分が存在しない場合には、手順605に戻る（手順607）。

【0085】2つの目の領域に重複する部分が存在する場合には、重複する部分の左上の座標(xlo, ylo)および右下の座標(xro, yro)を求める（手順608）。

【0086】手順609では、2つの座標(xl1, yt1)、(xr1, yb1)で囲まれる領域（第1の目の間の領域）の面積S1と、2つの座標(xl2, yt2)、(xr2, yb2)で囲まれる領域（第2の目の間の領域）の面積S2と、2つの座標(xlo, ylo)、(xro, yro)で囲まれる領域（重複する部分の領域）との面積S0を求め、その割合が閾値Th以上になることを表す式

$$S0/S1 > Th$$

$$S0/S2 > Th$$

が同時に成立するときには、重複する部分の左上の座標(xlo, ylo)および右下の座標(xro, yro)を目間領域信号412として出力する。

【0087】手順610では、顔決定手段413が、目間領域信号412の表す座標を基準にして、あらかじめ設定しておいた変換式に従って顔の領域の座標を決定し、顔領域信号414として出力する。手順610を実行した後は手順605に戻る。

【0088】以上の説明では、第1の小領域群と第2の小領域群の間で、分割される領域が異なるようにしているが、小領域の大きさが異なるようにしてもよい。

【0089】本実施の形態によれば、2つの検出された目の間の領域が重複するとき、両方とも画像中の目の間を含んでいれば2つの領域の重複する部分の面積が大きくなるので、顔以外の背景物が多く映っている場合を含めて、人物の顔の領域の誤検出を抑制し、高精度に検出することができる。

【0090】また、少ない計算量で候補領域の重なりを判定するので、高速に実行することができる。

【0091】さらに、目の間の候補領域の重なりを調べるだけなので、口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型や頭全体の動きによる顔の変動に強く、人物の顔の領域の誤検出を抑制し、高精度に検出することができる。

【0092】（実施の形態3）実施の形態3では、実施の形態1に示した目間領域検出手段と、目の間の領域の周辺を調べる手段を組み合わせて、より高精度な人物の顔の検出装置を提供する。

【0093】図8は本発明の実施の形態3における人物の顔の検出装置の構成図である。図8において、人物の顔の検出装置821には、入力画像信号802が入力され、入力画像信号がそのまま目間領域検出手段801の目間候補設定手段803に入力される。目間候補設定手

段803は、入力画像信号802を読み込んで目の間の候補領域を設定し、目の間の候補領域の座標を目間領域候補信号804として出力する。目候補設定手段805は、目間領域候補信号804を読み込んで、目の間の候補領域の左右に目の候補領域を設定し、左目領域候補信号806と右目領域候補信号807を出力する。バッファ手段808は、目間領域候補信号804と左目領域候補信号806と右目領域候補信号807を記憶する。部分画像発生手段809は、入力画像信号802によって入力された画像全体から、目間領域候補信号と左目領域候補信号と右目領域候補信号の表す領域の画像を取り出し、目間画像信号810と左目画像信号811と右目画像信号812を出力する。輝度比較手段813は、目間画像信号810と左目画像信号811と右目画像信号812を読み込んで、目の間の候補領域の平均輝度と左目の候補領域の平均輝度と右目の候補領域の平均輝度を比較して、第1の判定結果信号814を出力する。色判定手段815は、目間画像信号810と左目画像信号811と右目画像信号812を読み込んで、目の間の候補領域の平均色と左目の候補領域の平均色と右目の候補領域の平均色を調べて、第2の判定結果信号816を出力する。目間決定手段817は、第1の判定結果信号814と第2の判定結果信号816を読み込んで、目の間の領域の座標を目間領域信号818として出力する。顔決定手段819は、目間領域信号818を読み込んで、顔の領域の座標を表す顔領域信号820を出力する。特徴判定手段822は、輝度比較手段813と色判定手段815から構成される。

【0094】目間候補設定手段803は、実施の形態1に示した目間領域検出手段と同じ構成にすればよい。また、実施の形態2に示した人物の顔の検出装置から顔決定手段を除いた部分と同じ構成にして、目間領域信号412を出力するようにしてもよい。

【0095】以下、人物の顔の検出装置の動作について、図9のフローチャートを用いて説明する。

【0096】手順901では、目間候補設定手段803が、入力画像信号802を読み込んで目の間の領域を検出し、目の間の候補領域にする。そして、目の間の候補領域の座標を目間領域候補信号804として出力する。例えば、実施の形態1に示した手順201から手順211に示す動作を実行することで、目の間の領域を検出することができる。また、実施の形態2に示した手順601から手順609を実行してもよい。

【0097】手順902では、目候補設定手段805が、目間領域候補信号804から目の間の候補領域の左上の座標(xli, yti)と右下の座標(xri, ybi)を読み取る。そして、左目の候補領域の左上の座標(xli, yti)と右下の座標(xrl, ybi)と、右目の候補領域の左上の座標(xrr, ytr)と右下の座標(xrr, ybr)を設定し、左目の候補領域の座標を左目領域候補信号806として出力し、右目の

候補領域の座標を右目領域候補信号 807 として出力する。図 10 に目の間の候補領域の左上の座標 1001 と右下の座標 1002 と、左目の候補領域の左上の座標 1003 と右下の座標 1004 と、右目の候補領域の左上の座標 1005 と右下の座標 1006 の例を示す。xli, yti, xrl, ybl, xlr, ytr, xrr, ybr の値は、次式で決定する。

```
【0098】xli = xri
yti = yti
xrl = xli + (xri - xli) / 2
ybl = ybi
xlr = xrr - (xri - xli) / 2
ytr = yti
xrr = xli
ybr = ybi
```

手順 903 では、バッファ手段 808 が、目間領域候補信号 804 と左目領域候補信号 806 と右目領域候補信号 807 を記憶する。

【0099】手順 904 では、部分画像発生手段 809 が、入力画像信号 802 によって入力された画像全体から、目間領域候補信号と左目領域候補信号と右目領域候補信号の表す領域の画像を取り出す。そして、目の間の候補領域の画像を目間画像信号 810 として出力し、左目の候補領域の画像を左目画像信号 811 として出力し、右目の候補領域の画像を右目画像信号 812 として出力する。

【0100】手順 905 では、輝度比較手段 813 が、目間画像信号 810 と左目画像信号 811 と右目画像信号 812 を読み込んで、目の間の候補領域における輝度の平均値 Yi と左目の候補領域における輝度の平均値 Yl と右目の候補領域における輝度の平均値 Yr を求める。そして、Yi が Yl よりも大きく、かつ、Yi が Yr よりも大きいとき、第 1 の判定結果信号 814 を 1 (目の間の可能性あり) にする。そうでなければ、第 1 の判定結果信号 814 を 0 (目の間の可能性なし) にする。

【0101】手順 906 では、色判定手段 815 が、目間画像信号 810 と左目画像信号 811 と右目画像信号 812 を読み込んで、目の間の候補領域における色の平均 (Ri, Gi, Bi) と左目の候補領域における色の平均 (Rl, Gl, Bl) と右目の候補領域における色の平均 (Rr, Gr, Br) を求める。ただし、Ri, Rl, Rr は色の赤成分を表し、Gi, Gl, Gr は色の緑成分を表し、Bi, Bl, Br は色の青成分を表す。肌色は赤成分が多く青成分が少ないので、

```
Ri > Gi
Gi > Bi
Rl > Gl
Gl > Bl
Rr > Gr
Gr > Br
```

を同時に満足するとき、第 2 の判定結果信号 816 を 1

(目の間の可能性あり) にする。そうでないとき、第 2 の判定結果信号 816 を 0 (目の間の可能性なし) にする。

【0102】手順 907 では、第 1 の判定結果信号 814 と第 2 の判定結果信号 816 が同時に 1 になるとき、目間決定手段 817 が目の間の領域の座標を目間領域信号 417 として出力する。

【0103】手順 908 では、顔決定手段 819 が、目間領域信号 817 の表す座標を基準にして、あらかじめ設定しておいた変換式に従って顔の領域の座標を決定し、顔領域信号 820 として出力する。

【0104】以上の説明では、左目の候補領域の幅と右目の候補領域の幅を目の間の候補領域の半分にしているが、画像によって左右の目の候補領域の幅と位置を変えてもよい。例えば、手順 902 において、目の間の候補領域の右側と左側に目の探索領域を設定して、探索領域内の輝度特徴や形状特徴を利用して左目の候補領域と右目の候補領域の幅と位置を決定してもよい。

【0105】また、手順 906 において、色の赤成分と青成分と緑成分の大小関係だけを用いて第 2 の判定結果信号の値を決定しているが、他の方法を用いて決定してもよい。例えば、あらかじめ色空間上における肌色領域を調べておき、目の間の候補領域や左目の候補領域や右目の候補領域における色の平均が肌色領域内に含まれるかどうかを判定して、第 2 の判定結果信号の値を決定してもよい。また、左目の候補領域における色の平均と右目の候補領域における色の平均が近い色であるかどうかを判定して、第 2 の判定結果信号の値を決定してもよい。左目の候補領域の上半分における色の平均と目の間の候補領域の下半分における色の平均が近い色であるかどうかを判定して第 2 の判定結果信号の値を決定してもよい。

【0106】輝度比較手段による判定結果と色判定手段による判定結果の両方を用いて目の間の領域を決定しているが、片方の判定結果だけを用いてもよい。また、ニューロや統計的手法を実行する他の手段を併用して目の間の領域を決定してもよい。また、右目と左目の候補領域を検出してから、目の間の候補領域を決定してもよい。

【0107】本実施の形態によれば、顔の表情の変動や頭全体の動きによらず目の間の領域は目の領域に比べて輝度値が大きいので、顔以外の背景物が多く映っている場合を含めて、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や頭全体の動きによる顔の変動に強く、少ない計算量で人物の顔の領域を検出できる。

【0108】また、目の周辺や目の間の色を平均すると肌の色に近い色になるので、顔以外の背景物が多く映っている場合を含めて、人物の顔の領域の誤検出を抑制し、高精度に検出することができる。

【0109】(実施の形態 4) 図 11 は、本発明の実施

の形態4における人物の顔の検出装置の構成図である。図11において、人物の顔の検出装置1115には、入力画像信号1102が入力され、この入力画像信号がそのまま目検出手段1101に入力される。目間領域検出手段1103は、入力画像信号1102を読み込んで目の間の領域を検出し、目の間の領域の座標を目間領域信号1104として出力する。目候補設定手段1105は、目間領域信号1104を読み込んで、目の間の領域の左右に目の候補領域を設定し、左目領域候補信号1106と右目領域候補信号1107を出力する。目決定手段1108は、入力画像信号1102によって入力された画像全体から、左目領域候補信号1106と右目領域候補信号1107の表す領域の画像を取り出し、それぞれの画像の輝度特徴または形状特徴を調べて右目の位置と左目の位置を決定し、左目位置信号1109と右目位置信号1110を出力する。顔決定手段1111は、左目位置信号1109と右目位置信号1110を読み込んで、顔の領域の座標を表す顔領域信号1112を出力する。

【0110】図12は、実施の形態4における目決定手段1108の構成図である。目決定手段1108には、入力画像信号1102と左目領域候補信号1106と右目領域候補信号1107が入力される。バッファ手段1201は、左目領域候補信号1106と右目領域候補信号1107を記憶する。テンプレート読取手段1202は、あらかじめ用意した標準的な目のテンプレートを読み込み、標準目画像信号1203として出力する。部分画像発生手段1204は、両目の候補領域内からテンプレートと同じサイズの画像を切り出し、候補画像信号1205として出力する。部分画像発生手段1204で切り出す領域は、領域指定信号1206によって指定される。第1のマッチング手段1207は、標準目画像信号1203と候補画像信号1205を比較して左目の位置を決定し、左目位置信号1208を出力する。第2のマッチング手段1209は、標準目画像信号1203と候補画像信号1205を比較して右目の位置を決定し、右目位置信号1210を出力する。

【0111】目間領域検出手段1103は、例えば実施の形態3に示した目間領域検出手段801と同じ構成にすればよい。

【0112】以下、人物の顔の検出装置の動作について、図13のフローチャートを用いて説明する。

【0113】手順1301では、目間領域検出手段1103が、入力画像信号1102を読み込んで目の間の領域を検出し、目の間の領域の座標を目間領域信号1104として出力する。例えば、実施の形態3に示した動作を実行することで、目の間の領域を検出することができる。

【0114】手順1302では、目候補設定手段1105が、目間領域信号1104から目の間の領域の左上の

座標(xli, yti)と右下の座標(xri, ybi)を読み取る。そして、左目の候補領域の左上の座標(xll, ytl)と右下の座標(xrl, ybl)と、右目の候補領域の左上の座標(xlr, ytr)と右下の座標(xrr, ybr)を設定し、左目の候補領域の座標を左目領域候補信号1106として出力し、右目の候補領域の座標を右目領域候補信号1107として出力する。目の間の領域の左上の座標1401と右下の座標1402と、左目の候補領域の左上の座標1403と右下の座標1404と、右目の候補領域の左上の座標1405と右下の座標1406の例を図14に示す。xll, ytl, xrl, ybl, xlr, ytr, xrr, ybrの値は、次式で決定する。

【0115】 $xll = xri - (xri - xli) / 3$

$ytl = yti - (ybi - yti)$

$xrl = xll + (xri - xli)$

$ybl = ybi + (ybi - yti)$

$xlr = xrr - (xri - xli)$

$ytr = yti - (ybi - yti)$

$xrr = xli + (xri - xli) / 3$

$ybr = ybi + (ybi - yti)$

手順1303では、バッファ手段1201が、左目領域候補信号1106と右目領域候補信号1107を記憶する。

【0116】手順1304では、テンプレート読取手段1202が、あらかじめ用意した標準的な目のテンプレートを読み込み、標準目画像信号1203として出力する。

【0117】手順1305では、第1のマッチング手段1207がバッファ手段1201から左目領域候補信号を読み取り、左目の候補領域内にテンプレートと同じサイズの領域を候補画像領域として設定する。多数の候補画像領域が設定されることになる。n番目 (nは1以上の整数) の候補画像領域の座標は、n番目の領域指定信号1206として出力される。

【0118】手順1306では、部分画像発生手段1204が、それぞれの候補画像領域の画像を切り出し、候補画像信号1205として出力する。

【0119】手順1307では、第1のマッチング手段1207が、標準目画像信号1203と候補画像信号1205を比較して、標準目画像信号との一致度がもっとも大きい候補画像信号を求める。標準目画像信号との一致度が最も大きい候補画像信号の番号を調べて、その番号の候補画像領域の座標を左目位置信号1208として出力する。

【0120】手順1308では、第2のマッチング手段1209がバッファ手段1201から右目領域候補信号を読み取り、右目の候補領域内にテンプレートと同じサイズの領域を候補画像領域として設定する。多数の候補画像領域が設定されることになる。n番目 (nは1以上の整数) の候補画像領域の座標は、n番目の領域指定信

号 1206 として出力される。

【0121】手順 1309 では、部分画像発生手段 1204 が、それぞれの候補画像領域の画像を切り出し、候補画像信号 1205 として出力する。

【0122】手順 1310 では、第 2 のマッチング手段 1209 が、標準目画像信号 1203 と候補画像信号 1205 を比較して、標準目画像信号との一致度がもっとも大きい候補画像信号を求める。標準目画像信号との一致度が最も大きい候補画像信号の番号を調べて、その番号の候補画像領域の座標を右目位置信号 1210 として出力する。

【0123】手順 1311 では、顔決定手段 1111 が、左目位置信号 1109 から左目の中心の座標を調べ、右目位置信号 1110 から右目の中心の座標を調べ、それぞれの座標を基準にして、あらかじめ設定しておいた変換式に従って顔の領域の座標を決定し、顔領域信号 1112 として出力する。左目の中心の座標を (xl, yl) とし、右目の中心の座標を (xr, yr) とすると、例えば、顔の領域の左上の座標 (xlf, ytf) と右下の座標 (xrf, ybf) を

$$xlf = xr - (xl - xr) / 2$$

$$xrf = xl + (xl - xr) / 2$$

$$ytf = (yl + yr) / 2 - (xrf - xlf) * 0.2$$

$$ybf = (yl + yr) / 2 + (xrf - xlf) * 0.8$$

とする。

【0124】以上の説明では、両目の候補領域の画像に対するテンプレートマッチングを用いて目の位置を決定しているが、目決定手段 1108 の構成を変更し、テンプレートマッチング以外の方法を用いて目の位置を決定してもよい。例えば、両目の候補領域内におけるエッジ方向の対称性を用いて目の位置を決定してもよいし、先駆知識を用いて目の位置を決定してもよい。また、左目の位置を決定してから右目の位置を決定してもよい。

【0125】本実施の形態によれば、目の間は顔の表情や頭全体の動きによる変動が少なく口やヒゲと離れているので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や頭全体の動きによる顔の変動に強く、人物の顔や目の位置を検出できる。

【0126】また、目の周辺だけに限定すれば、目の輝度分布と目以外の部分の輝度分布が大きく異なるので、目決定手段によって右目と左目の位置を検出できる。

【0127】(実施の形態 5) 図 15 は、本発明の実施の形態 5 における人物の顔の検出装置の構成図である。図 15 において、人物の顔の検出装置 1501 には、入力画像信号 1502 が入力される。目間領域検出手段 1503 は、入力画像信号 1502 を読み込んで目の間の領域を検出し、目の間の領域の座標を目間領域信号 1504 として出力する。顔決定手段 1505 は、目間領域信号 1504 と入力画像信号 1502 を読み込んで、目の間の領域の周辺から、目の間の領域の平均色に近い色

の領域を決定し、顔の領域の座標を表す顔領域信号 1506 を出力する。

【0128】目間領域検出手段 1503 は、例えば実施の形態 3 に示した目間領域検出手段と同じ構成にすればよい。

【0129】以下、人物の顔の検出装置の動作について、図 16 のフローチャートを用いて説明する。

【0130】手順 1601 では、目間領域検出手段 1503 が、入力画像信号 1502 を読み込んで目の間の領域を検出し、目の間の領域の座標を目間領域信号 1504 として出力する。例えば、実施の形態 3 に示した動作を実行することで、目の間の領域を検出することができる。

【0131】手順 1602 では、顔決定手段 1505 が、目の間の領域内における画素の色の平均 C_m を計算し、色空間内で平均色 C_m を中心とする球状の領域に含まれる色を肌色とする。

【0132】手順 1603 では、顔決定手段 1505 が、目の間の領域の周辺に顔の候補領域を設定し、顔の候補領域内に肌色になる画素を肌色画素として取り出してから、あらかじめ設定した割合以上の肌色画素を含むような矩形領域を求めて、顔の領域とする。そして、顔の領域の左上の座標と右下の座標を顔領域信号 1506 として出力する。

【0133】以上の説明では、目の間の領域に含まれる色を用いて顔の領域を決定しているが、他の方法を用いて顔の領域を決定してもよい。例えば、実施の形態 1 ~ 4 に示したように、あらかじめ設定しておいた変換式に従って顔の領域の座標を決定してもよい。

【0134】本実施の形態によれば、目の間は顔の表情や頭全体の動きによる変動が少なく口やヒゲと離れているので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や頭全体の動きによる顔の変動に強く、顔の領域を検出できる。また、照明条件や個人差によらず目の間の領域の色と顔の肌の色は近いので、照明条件や個人差の変動に強く、少ない計算量で顔の領域を検出できる。

【0135】(実施の形態 6) 図 17 は、本発明の実施の形態 6 における動画像検索装置の構成図である。図 17 において、動画像蓄積手段 1701 は、動画像ファイルを蓄積する。画像発生手段 1702 は、動画像選択信号 1723 で指定された動画像ファイルの動画像を表す動画像信号 1703 を、動画像蓄積手段 1701 から読み込んで、フレーム画像を表す画像信号 1704 とフレーム画像の時刻を表す時刻信号 1719 を出力する。顔特徴検出手段 1705 は、画像信号 1704 を読み込んで、目の間の領域を検出して目の間の領域の座標を目間領域信号 1706 として出力する。顔決定手段 1707 は、目間領域信号 1706 と画像信号 1704 を読み込んで、目の間の領域の周辺から、目の間の領域の平均色に近い色の領域を決定し、顔の領域の座標を表す顔領域

信号1708を出力する。情報検出手段1709は、顔領域信号1708と画像信号1704を読み込んで、顔の領域の画像を取り出し、性別、年齢を求め顔情報信号1710とし、顔画像信号1724および顔情報信号1710を出力する。顔情報蓄積手段1711は、顔画像信号1724と顔情報信号1710と時刻信号1719とを動画像情報ファイルとして蓄積する。入力手段1712は、動画像ファイルを選択したり、検索の条件式を入力したり、顔画像を選択したりする。検索手段1713は、入力手段からの検索条件信号1714を読み取つて、顔情報蓄積手段1711に蓄積された動画像情報ファイルの中から検索の条件式に適合する情報を取り出し、検索結果信号1715として出力する。検索結果整形手段1716は、検索結果信号1715を記憶したり、検索結果をユーザーにわかりやすい形に整形して画面イメージ信号1720として出力したり、顔画像の選択結果を表す画像選択信号を読み込んで動画像を再生するための再生制御信号1722を出力する。表示手段1717は、画面イメージ信号1720を読み取り、動画像や検索結果などを表示する。再生手段1718は、動画像蓄積手段1701に蓄積された動画像を表示手段1717に表示するために、動画像信号を画面イメージ信号1720に変換する。顔特徴検出手段1705は、例えば実施の形態3に示した目間検出手段と同じ構成にすればよい。また、動画像ファイルの形式としては、圧縮されたMPEG1形式やMPEG2形式やDV形式や非圧縮形式などを利用することができます。動画像蓄積手段1701と顔情報蓄積手段1711はハードディスク、DVD-RAM、PDなどの記憶媒体によって実現できる。画像発生手段1702、顔特徴検出手段1705、顔決定手段1707、情報検出手段1709、検索手段1713、検索結果整形手段1716、再生手段1718は、パソコンのCPUによって実現できる。表示手段1717はモニタ等の表示デバイスによって実現できる。入力手段1712はキーボードと、マウス等のポイントティングデバイスによって実現できる。動画像検索装置では、あらかじめ動画像情報ファイルを作成しておいてから、検索手段を使って顔画像を検索する。

【0136】最初に、動画像検索装置を用いて動画像情報ファイルを作成する動作について、図18のフローチャートを用いて説明する。手順1801では、動画像蓄積手段1701に蓄積されている動画像ファイルを一つ選択する。選択結果は、動画像選択信号として画像発生手段1702に入力される。

【0137】手順1802では、画像発生手段1702が、動画像蓄積手段1701から動画像信号1703を読み込んで、手順1801で選択した動画像ファイルの1枚のフレーム画像を取り出し、画像信号1704として出力する。手順1803では、顔特徴検出手段1705が、画像信号1704を読み込んで目の間の領域を検

出し、目の間の領域の座標を目間領域信号1706として出力する。例えば、実施の形態3に示した動作を実行することで、目の間の領域を検出することができる。

【0138】手順1804では、実施の形態5の手順1602と同様に、顔決定手段1707が、目の間の領域内における画素の色の平均Cmを計算し、色空間内で平均色Cmを中心とする球状の領域に含まれる色を肌色とする。

【0139】手順1805では、実施の形態5の手順1603と同様に、顔決定手段1707が、目の間の領域の周辺に顔の候補領域を設定し、顔の候補領域内で肌色になる画素を肌色画素として取り出してから、あらかじめ設定した割合以上の肌色画素を含むような矩形領域を求めて、顔の領域とする。そして、顔の領域の左上の座標と右下の座標を顔領域信号1708として出力する。

【0140】手順1806では、情報検出手段1709が、男女識別関数g1と年齢識別関数g2を実行する。男女識別関数g1は、顔領域信号の値と、画像信号の表すフレーム画像を引数として、男女識別し、識別結果res1を返す。年齢識別関数g2は、顔領域信号の値と、画像信号の現すフレーム画像を引数として、年齢識別し、識別結果res2を返す。情報検出手段1709は、顔の領域の左上の座標と右下の座標と識別結果res1、res2をまとめて顔情報信号1710として出力し、さらに、画像信号の表すフレーム画像中から顔領域信号の表す顔の領域の画像を切り出して顔画像信号1724として出力する。

【0141】男女識別関数g1の実現方法としては、予め性別が既知の顔画像を多数収集し、この収集した顔画像を元に判別分析等の統計的手法により実現することができる。同様に年齢識別関数g2は、予め年代が既知の顔画像を多数収集し、この収集した顔画像を元に判別分析等の統計的手法により実現することができる。なお、ニューラルネットワークの学習により、識別関数を実現することもできる。

【0142】手順1807では、顔情報蓄積手段1711が、時刻信号1719の表すフレーム画像の時刻と、顔情報信号1710の表す情報を動画像情報ファイルとして蓄積する。また、現在のフレーム画像に近い時刻のフレーム画像（例えば0.5秒前のフレーム画像）から検出された顔の位置と、現在のフレーム画像から検出された顔の位置とが近い場合を除いて、顔画像信号の表す顔の領域の画像を顔画像ファイルとして蓄積する。

【0143】手順1808では、別のフレーム画像から顔に関する情報を取り出すため、手順1802に戻る。ただし、手順1802から手順1807までの処理を、動画像の末尾まで実行した場合は、手順1802に戻らずに動画像情報ファイルと顔画像ファイルを作成する処理を終了する。また、顔は少なくとも数秒以上画面上に存在するので、手順1802ですべてのフレーム画像を取り出す必要はない。例えば0.5秒おきのフレーム画

像を取り出してもすべての登場人物の顔を検出することが可能である。

【0144】次に、検索手段を使って顔画像を検索する動作について、図19のフローチャートを用いて説明する。手順1901では、ユーザーが入力手段1712を用いて検索の条件式を入力する。

【0145】手順1902では、検索手段1713が検索の条件式を読み取って、顔情報蓄積手段1711に蓄積された動画像情報ファイルの中から検索の条件式に適合する情報を取り出す。そして、顔に関するデータ（性別、年齢、顔の存在するフレーム画像の時刻）と顔の領域の画像（顔画像）を検索結果信号として出力する。例えば、検索の条件式が「男性」であるとき、男性の顔であると推定されたすべての顔画像と、それぞれの顔画像に関連するデータを、検索結果信号として出力する。

【0146】手順1903では、検索結果整形手段1716が、検索結果信号1715を記憶する。

【0147】手順1904では、検索結果整形手段1716がユーザーにわかりやすい形に整形して、表示手段に表示する。例えば、検索結果信号に含まれていた顔画像と、性別、年齢を表示する。

【0148】手順1905では、ユーザーが入力手段を用いて顔画像を一つ選択する。選択した結果は、画像選択信号として検索結果整形手段に入力される。手順1906では、検索結果整形手段1716が、再生手段1718を制御しながら、手順1905で選択された顔画像の人物のシーンを次々に再生する。以上の説明では、顔特徴検出手段1705で目の間の領域を検出しているが、鼻、耳、口などの他の領域を検出し、その領域を含むように顔決定手段で顔の領域を決定してもよい。

【0149】本実施の形態によれば、目の間は顔の表情や頭全体の動きによる変動が少なく口やヒゲと離れてるので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や頭全体の動きによる顔の変動に強く、顔の領域を検出できる。また、人物や顔をキーにして動画像を検索したり、検索のための情報を作成して蓄積することができる。

【0150】（実施の形態7）図20は、本発明の実施の形態7における顔認識装置の構成図である。顔認識装置は、予め多くの人の身分証がイメージスキャナ等により顔画像をデータベースに登録しておき、ビデオカメラで撮像した顔画像の人物の該当者がデータベースの中にあるか、あるいは登録された身分証のどれに一番類似しているかを認識するものである。

【0151】図20において、ビデオカメラ2001は、部屋の出入り口のような監視対象領域の動画像を動画像信号2002として出力する。画像発生手段2003は、動画像信号2002を読み込んで、フレーム画像を表す画像信号2004を出力する。目間領域検出手段2005は、画像信号2004を読み込んで、目の間の領域を検出して目の間の領域の座標を目間領域信号20

06として出力する。目候補設定手段2007は、目間領域信号2006を読み込んで、目の間の領域の左右に目の候補領域を設定し、左目領域候補信号2008と右目領域候補信号2009を出力する。目決定手段2010は、画像信号2004によって入力された画像全体から、左目領域候補信号2008と右目領域候補信号2009の表す領域の画像を取り出し、それぞれの画像の輝度特徴または形状特徴を調べて右目の位置と左目の位置を決定し、左目位置信号2011と右目位置信号2012を出力する。顔決定手段2013は、左目位置信号2011と右目位置信号2012を読み込んで、顔の領域の座標を表す顔領域信号2014を出力する。情報検出手段2015は、顔領域信号2013と画像信号2004を読み込んで、顔の領域の画像から顔の特徴量を求めて、第1の顔特徴信号2016を出力する。データベース手段2017は、認識したい人物の顔の特徴量と人名等を蓄積する。認識手段2018は、データベース手段2017から顔の特徴量を表す第2の顔特徴信号2019と人名を表す人名信号2020を読み取り、第2の顔特徴信号と情報検出手段2015から出力される第1の顔特徴信号2019を用いて顔の認識を行い、認識結果信号2021を出力する。

【0152】目間領域検出手段2005、目候補設定手段2007、目決定手段2010、顔決定手段2013は、それぞれ例えれば実施の形態4に示した目間領域検出手段1103、目候補設定手段1105、目決定手段1108、顔決定手段1111と同じ構成にすればよい。

【0153】以下、顔認識装置の動作について、図20のフローチャートを用いて説明する。ただし、ビデオカメラ2001が、部屋の出入り口のような所に設置されていて、ビデオカメラで撮影されている動画像を表す動画像信号2002が、連続的に画像発生手段2003に入力されているものとする。手順2101では、画像発生手段2003が、動画像信号2002から1枚のフレーム画像を取り出し、画像信号2004として出力する。手順2102では、実施の形態4の手順1301と同様に、目間領域検出手段2005が、画像信号2004を読み込んで目の間の領域を検出し、目の間の領域の座標を目間領域信号2006として出力する。

【0154】手順2103では、実施の形態4の手順1302と同様に、目候補設定手段2007が、目間領域信号2006から目の間の領域の左上の座標(xli, yti)と右下の座標(xri, ybi)を読み取る。そして、左目の候補領域の左上の座標(xli, yti)と右下の座標(xri, ybi)と、右目の候補領域の左上の座標(xri, ytr)と右下の座標(xrr, ybr)を設定し、左目の候補領域の座標を左目領域候補信号2008として出力し、右目の候補領域の座標を右目領域候補信号2009として出力する。

【0155】手順2104では、目決定手段2010が、画像信号2004によって入力された画像全体か

ら、左目領域候補信号 2008 と右目領域候補信号 2009 の表す領域の画像を取り出し、それぞれの画像の輝度特徴または形状特徴を調べて右目の位置と左目の位置を決定し、左目位置信号 2011 と右目位置信号 2012 を出力する。例えば、実施の形態 4 の手順 1303～手順 1310 と同様の動作を実行すればよい。

【0156】手順 2105 では、実施の形態 4 の手順 1311 と同様に、顔決定手段 2013 が、左目位置信号 2011 と右目位置信号 2012 を読み込んで、顔の領域の座標を表す顔領域信号 2014 を出力する。

【0157】手順 2106 では、情報検出手段 2015 において、顔領域信号 2014 と画像信号 2004 を読み込んで、顔の領域の画像から顔の特徴量を求める、第 1 の顔特徴信号 2016 を出力する。顔の特徴量を求める方法としては、特願平 11-295058 に開示されている方法を利用することができる。この方法では、あらかじめ認識したい人達の顔を撮影したビデオカメラからの顔画像をセット A1（ビデオ顔画像）とし、認識したい人達の顔の映った身分証を撮影したイメージスキャナからの身分証の顔画像をセット B1（身分証写真）として、顔画像データを 1 次元のデータ列としたパターン A とパターン B に変換してから、学習によってセット A1 用の特徴抽出行列とセット B1 用の特徴抽出行列を計算しておく。そして、顔の領域の画像データに対してセット A1 用の特徴抽出行列を適用することで、顔の特徴量を求める。

【0158】手順 2107 では、認識手段 2018 が、データベース手段 2017 に蓄積されたすべての顔の特徴量を表す第 2 の顔特徴信号 2019 を読み取り、第 1 の顔特徴信号 2016 に類似した顔の特徴量を選び出す。そして、最も類似した顔の特徴量をもつ人物の名前をデータベース手段から読み取り、認識結果信号 2021 として出力する。データベース手段に蓄積しておく顔の特徴量は、顔画像セット B1 に対してセット B1 用の特徴抽出行列を適用して、あらかじめ求めておくものとする。

【0159】本実施の形態によれば、目の間は顔の表情による変動が少なく口やヒゲと離れているので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無や髪型による顔の変動に強く、顔の領域を検出して高精度に認識することができる。

【0160】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、画像中から目の候補領域と目の間の候補領域を検出し、目の候補領域と目の間の候補領域の位置関係から目の間の領域を決定し、目の間の領域を含むように目や顔の領域を決定することで、目の間は顔の表情による変動が少なく、口やヒゲと離れているので、目や口の動きを含む顔の表情やヒゲの有無による顔の変動に強く、人物の顔の領域などの情報を検出することができる。

【0161】また、複数の画素が連結領域かどうかを判定するのではなく、最初に小領域に分割してから小領域が目や目の間であるかどうかを判定することで、少ない計算量で実行することができる。

【0162】さらに、目の間の領域の重なりを調べたり、目の間の候補領域内の特徴や目の候補領域内の特徴を判定して目の間の領域を決定することで、顔以外の背景物が多く映っている場合を含めて、少ない計算量で人物の顔の領域の誤検出を抑制し、高精度に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態 1 における人物の顔の検出装置の構成図

【図 2】本発明の実施の形態 1 における人物の顔の検出装置の動作を示すフローチャート

【図 3】(a) 小領域の例を示す図

(b) 検出した人物の顔の候補領域と目の間の候補領域の例を示す図

(c) 検出した人物の顔の領域と目の間の領域の例を示す図

【図 4】本発明の実施の形態 2 における人物の顔の検出装置の構成図

【図 5】目の間の領域の検出対象となる 2 つの領域の例を示す図

【図 6】本発明の実施の形態 2 における人物の顔の検出装置の動作を示すフローチャート

【図 7】本発明の実施の形態 2 における 2 つの検出された目の間の領域の例を示す図

【図 8】本発明の実施の形態 3 における人物の顔の検出装置の構成図

【図 9】本発明の実施の形態 3 における人物の顔の検出装置の動作を示すフローチャート

【図 10】目の間の候補領域と左目の候補領域と右目の候補領域の例を示す図

【図 11】本発明の実施の形態 4 における人物の顔の検出装置の構成図

【図 12】本発明の実施の形態 4 における目決定手段の構成図

【図 13】本発明の実施の形態 4 における人物の顔の検出装置の動作を示すフローチャート

【図 14】目の間の候補領域と左目の候補領域と右目の候補領域の例を示す図

【図 15】本発明の実施の形態 5 における人物の顔の検出装置の構成図

【図 16】本発明の実施の形態 5 における人物の顔の検出装置の動作を示すフローチャート

【図 17】本発明の実施の形態 6 における動画像検索装置の構成図

【図 18】本発明の実施の形態 6 における動画像検索装置の動画像情報ファイルと顔画像ファイルを作成する動

作を示すフローチャート

【図19】本発明の実施の形態6における動画像検索装置の顔画像を検索する動作を示すフローチャート

【図20】本発明の実施の形態7における顔認識装置の構成図

【図21】本発明の実施の形態7における顔認識装置の動作を示すフローチャート

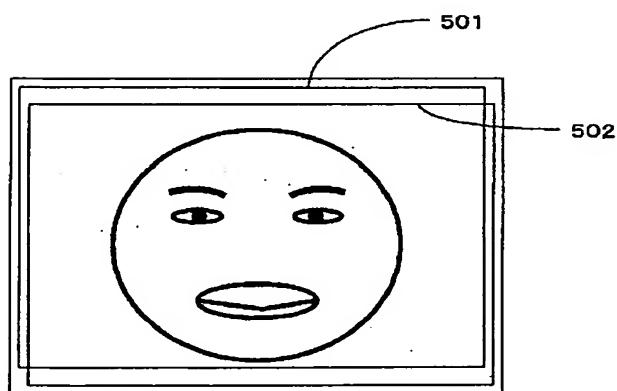
【図22】従来例における顔検出装置を示す構成図

【符号の説明】

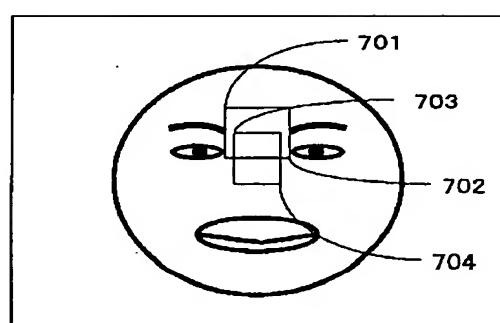
- 101 目間領域検出手段
- 102 入力画像信号
- 103 分割手段
- 104 小領域画像信号
- 105 エッジ特徴量計算手段
- 106 エッジ特徴量信号
- 107 輝度ヒストグラム計算手段
- 108 輝度ヒストグラム信号
- 109 輝度ヒストグラム比較手段
- 110 輝度ヒストグラム差信号
- 111 第1のバッファ手段
- 112 目候補検出手段
- 113 目候補信号
- 114 目間候補検出手段
- 115 目間候補信号
- 116 眼鏡判定信号
- 117 第2のバッファ手段
- 118 目間決定手段
- 119 目間領域信号
- 120 顔決定手段
- 121 顔領域信号
- 122、401 人物の顔の検出装置
- 403 部分画像発生手段
- 406 第1の目間領域検出手段

- 408 第2の目間領域検出手段
- 411 重複判定手段
- 413 顔決定手段
- 801 目間領域検出手段
- 803 目間候補設定手段
- 805 目候補設定手段
- 809 部分画像発生手段
- 813 輝度比較手段
- 814 色判定手段
- 817 目間決定手段
- 819 顔決定手段
- 821 人物の顔の検出装置
- 822 特徴判定手段
- 1701 動画像蓄積手段
- 1702 動画像発生手段
- 1705 顔特徴検出手段
- 1707 顔決定手段
- 1709 情報検出手段
- 1711 顔情報蓄積手段
- 1713 検索手段
- 1716 検査結果整形手段
- 1718 再生手段
- 1717 表示手段
- 2001 ビデオカメラ
- 2003 画像発生手段
- 2005 目間領域検出手段
- 2007 目候補設定手段
- 2010 目決定手段
- 2013 顔決定手段
- 2015 情報検出手段
- 2017 データベース手段
- 2018 認識手段

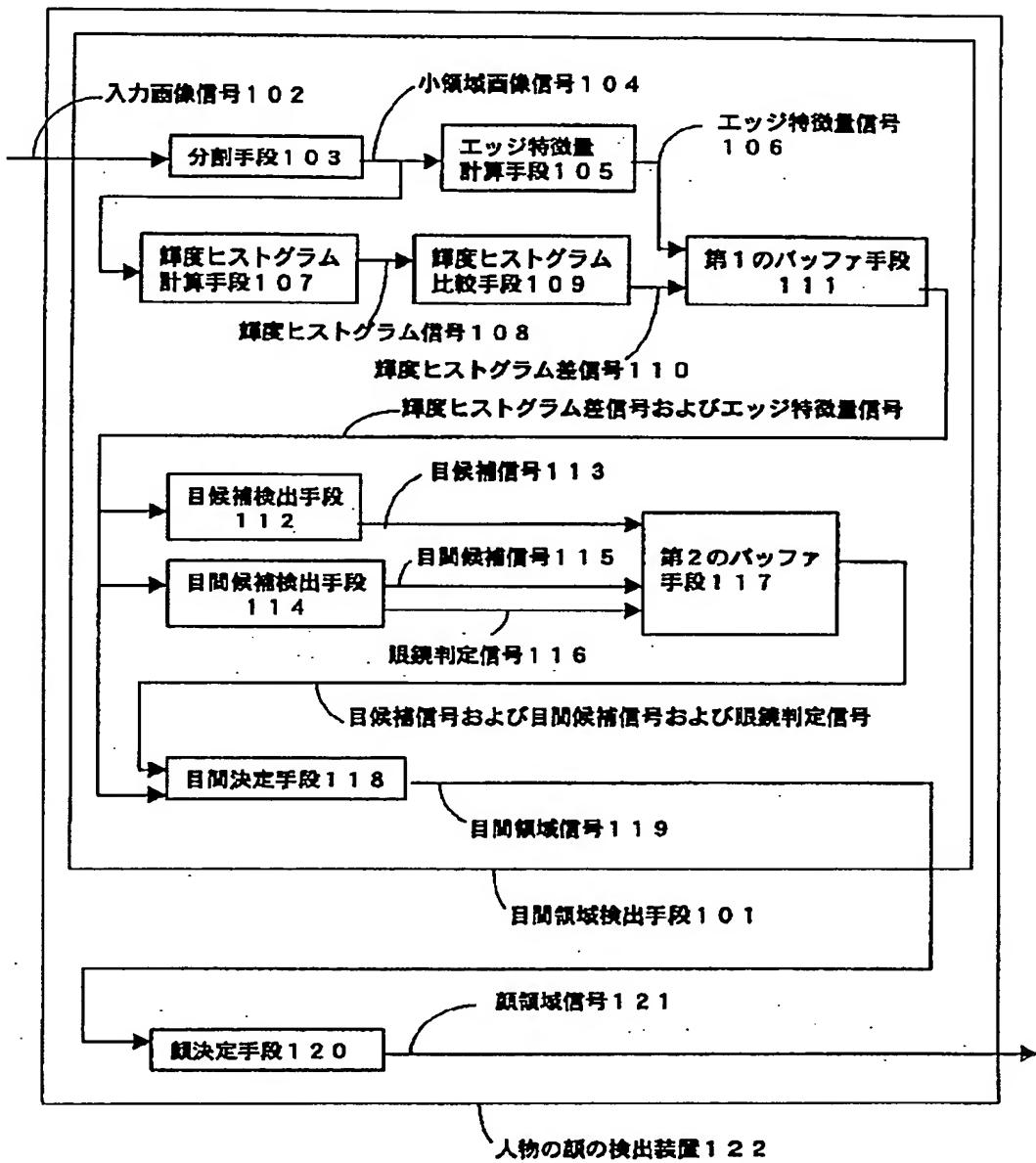
【図5】



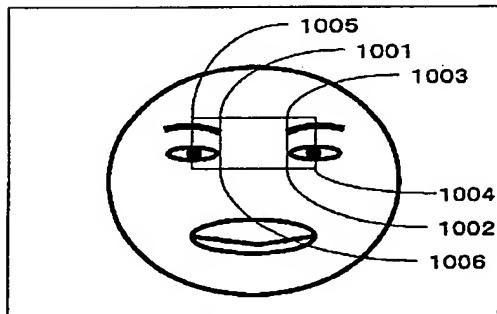
【図7】



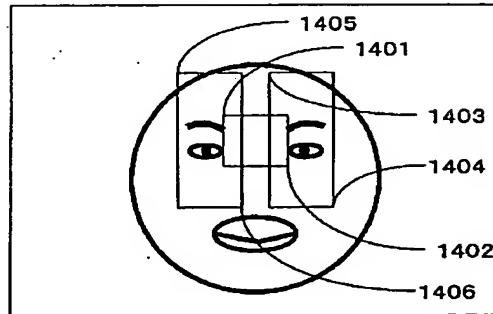
【図1】



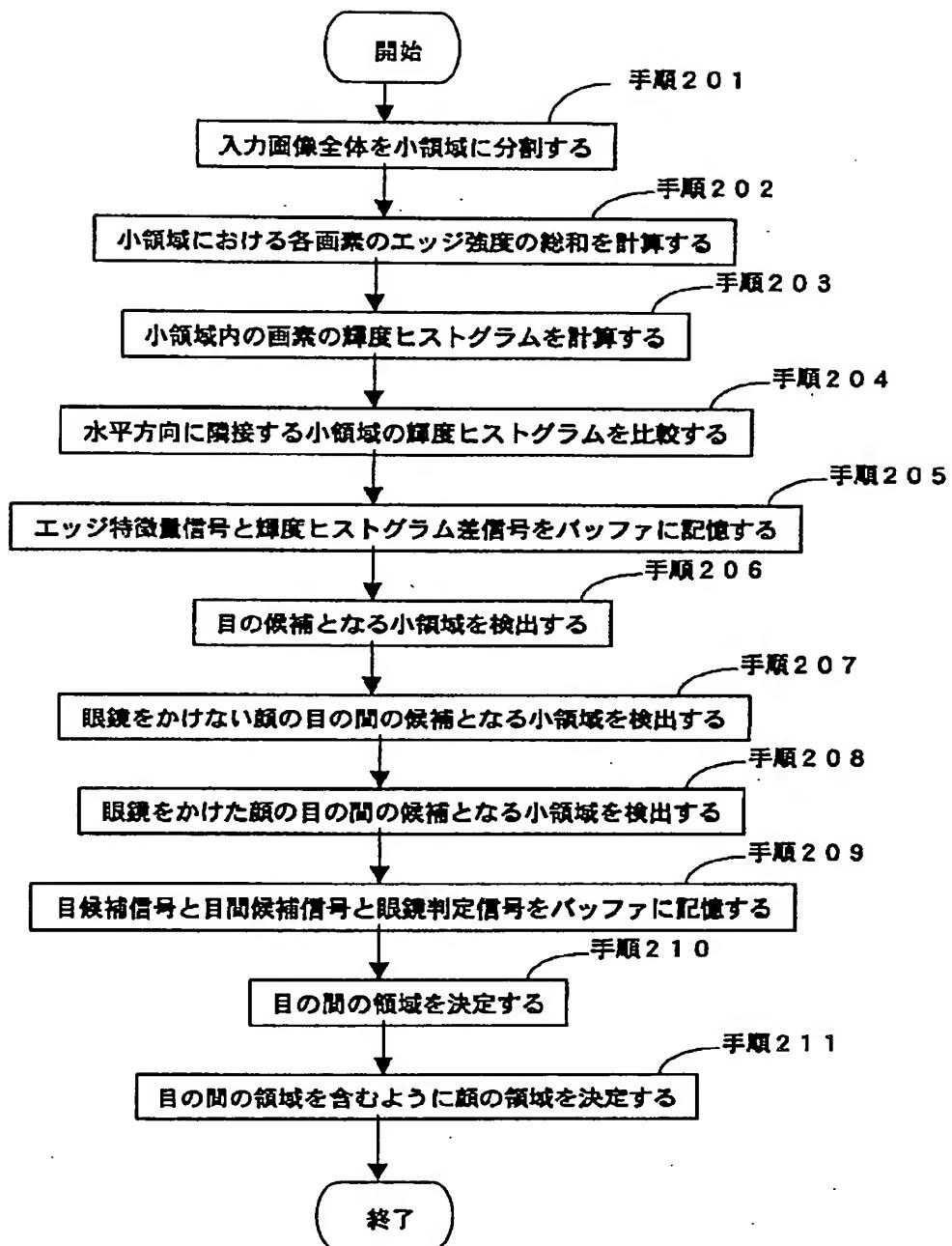
【図10】



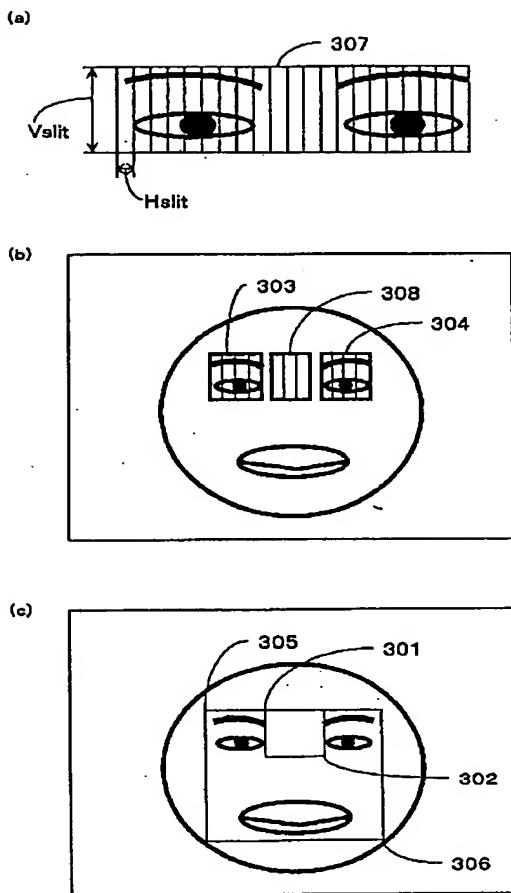
【図14】



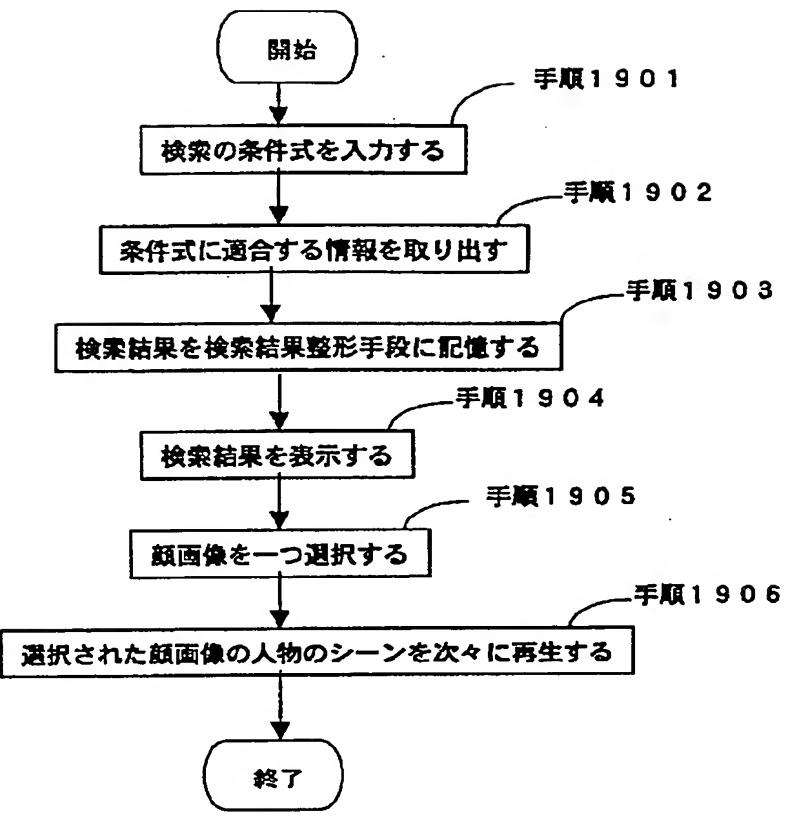
【図2】



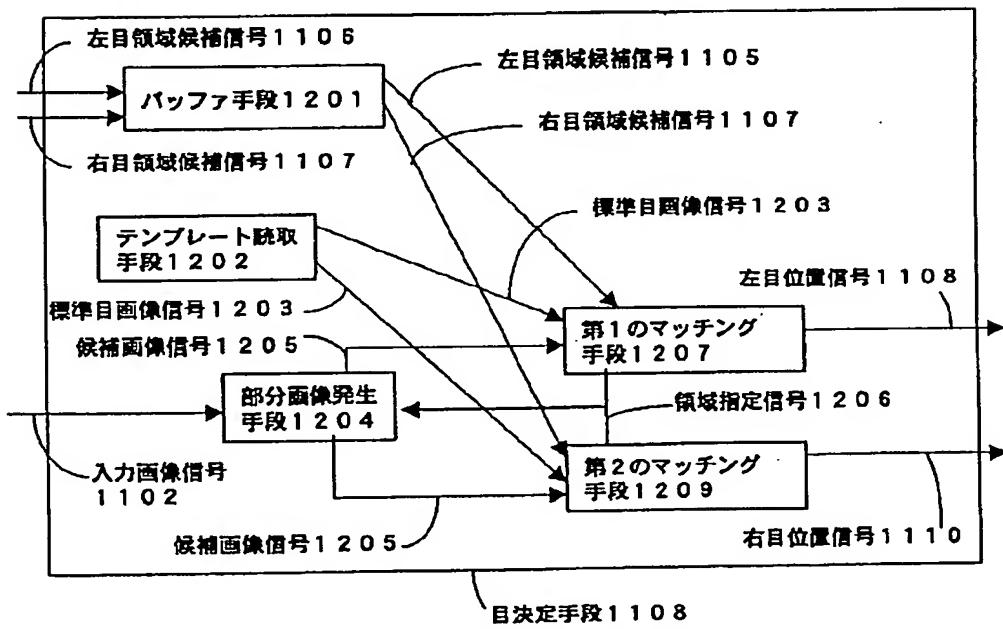
【図3】



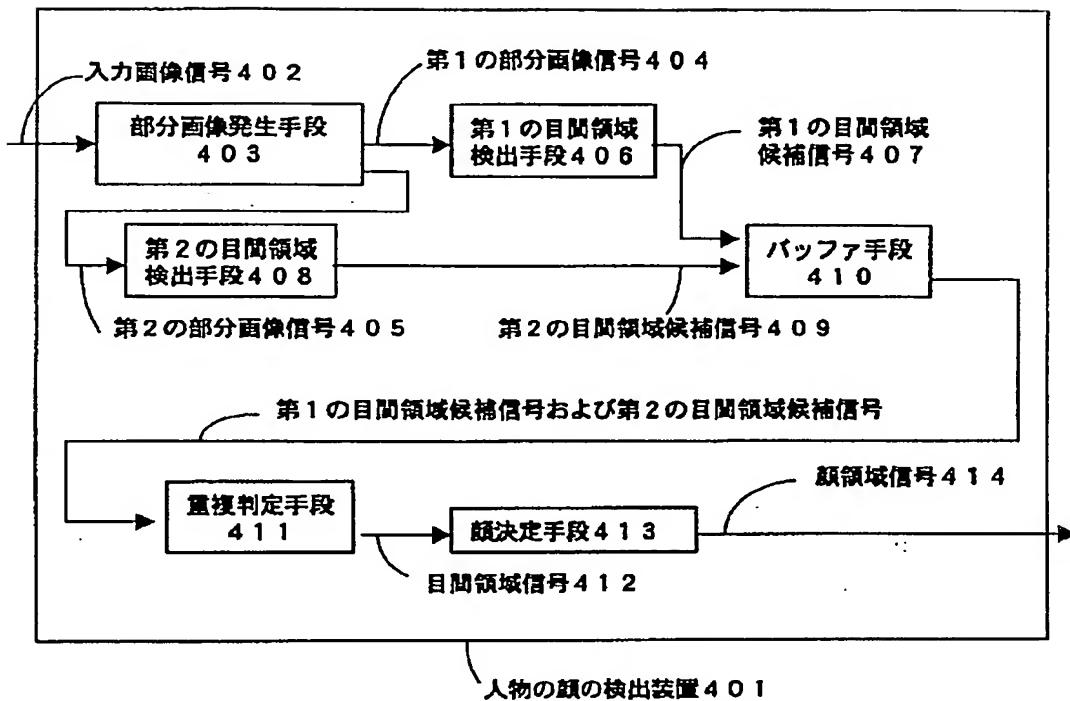
【図19】



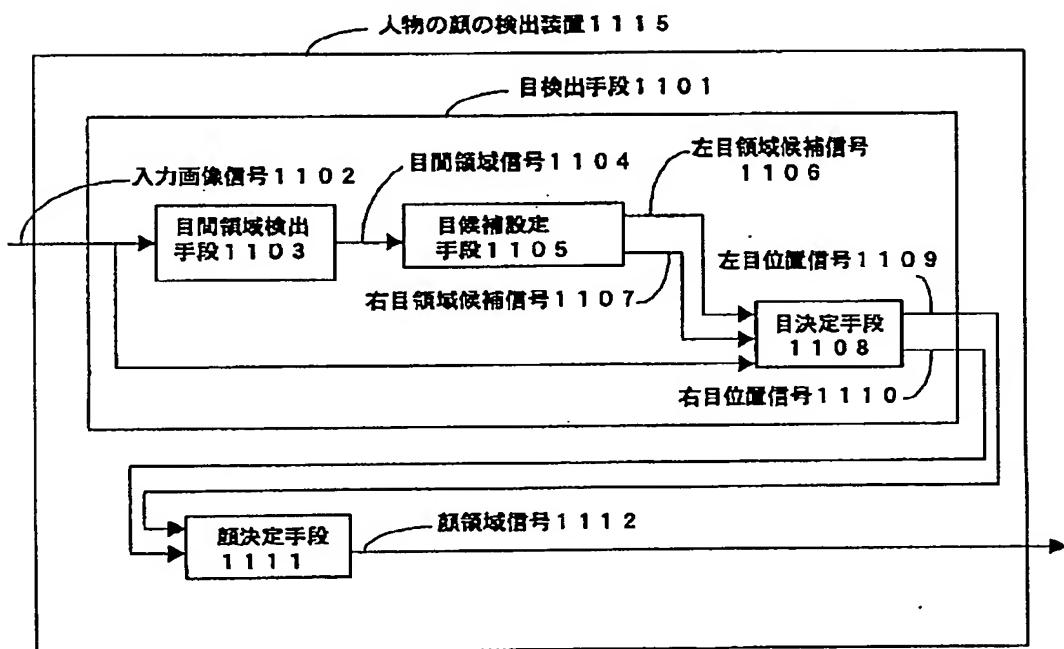
【図12】



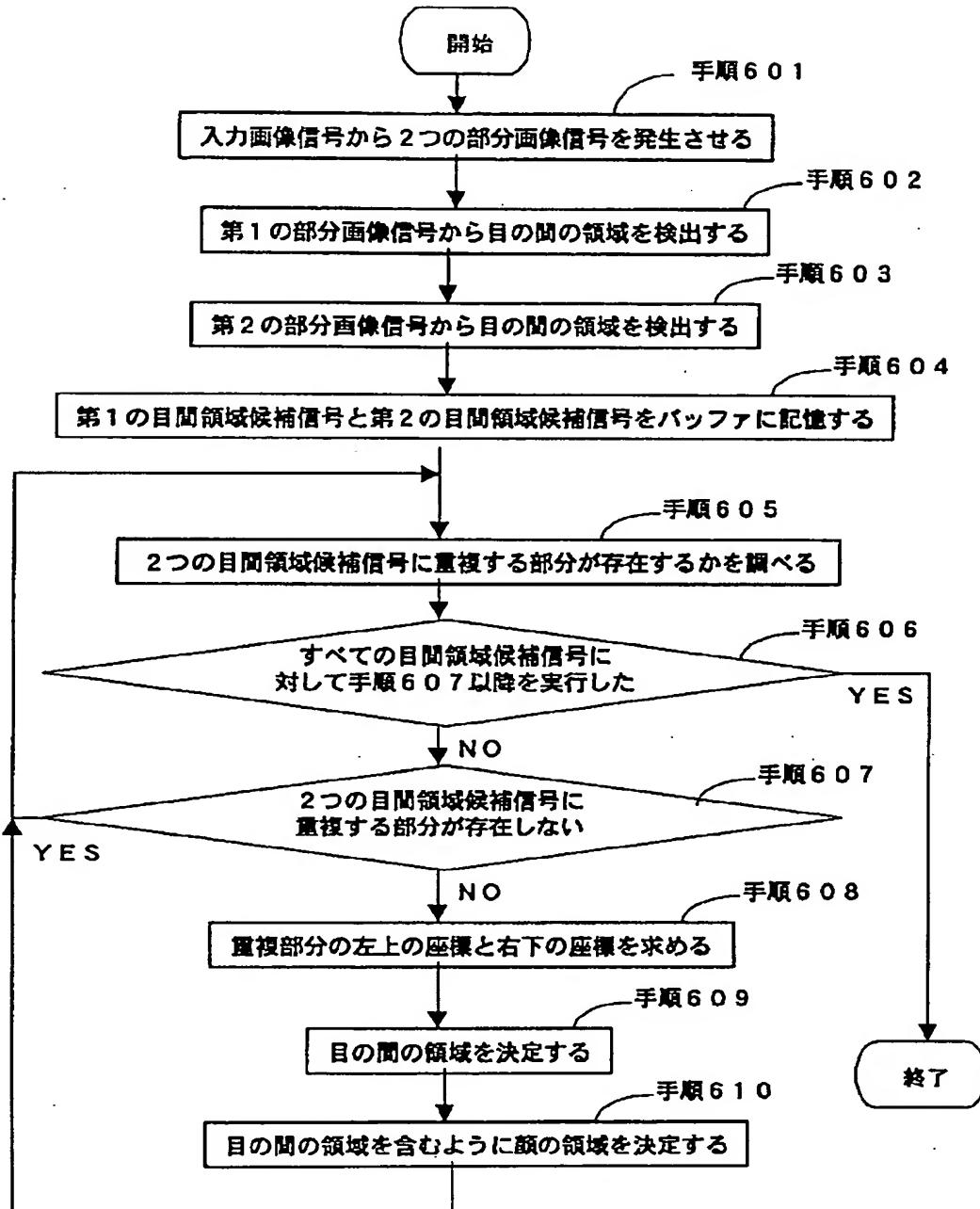
【図4】



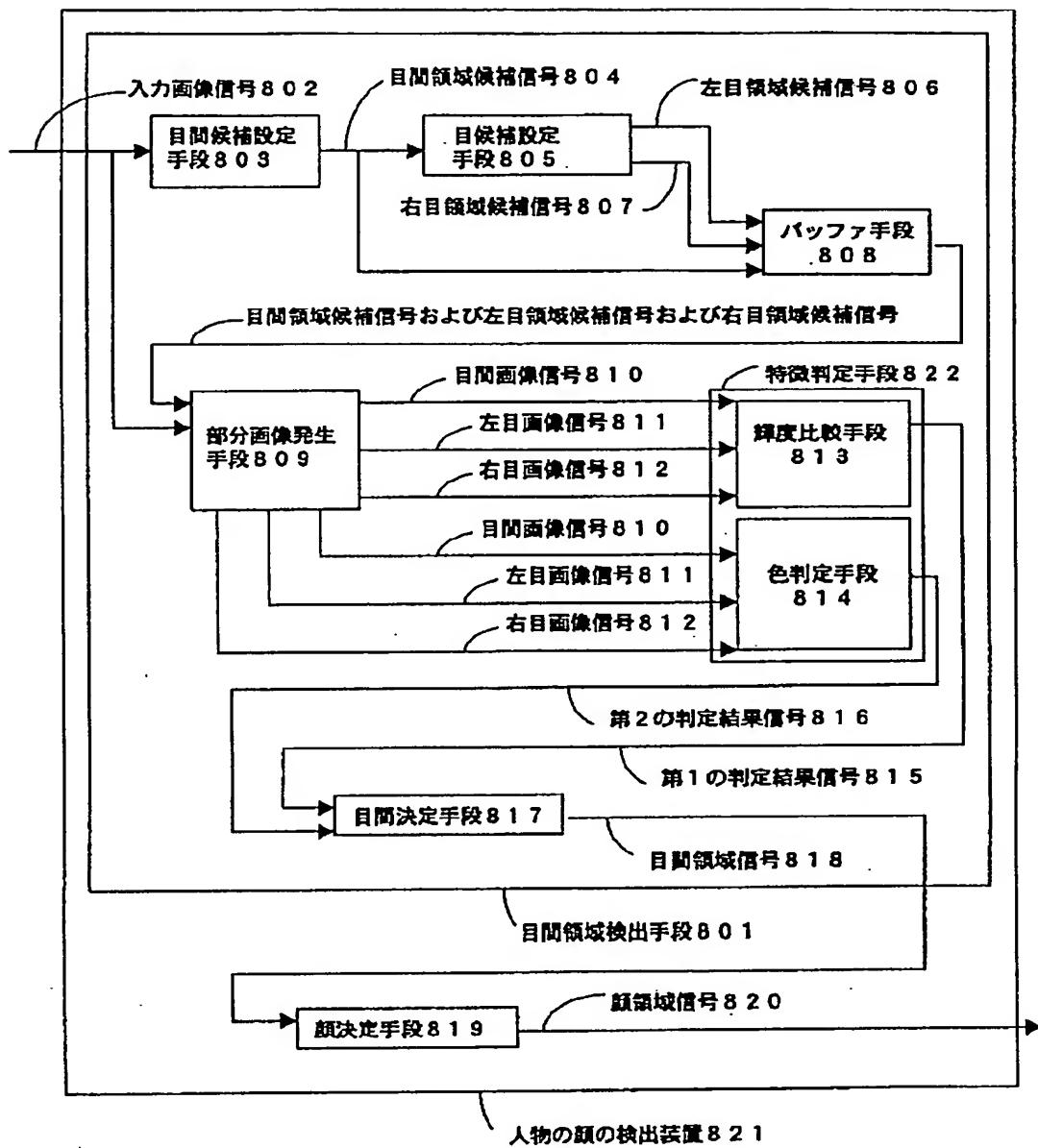
【図11】



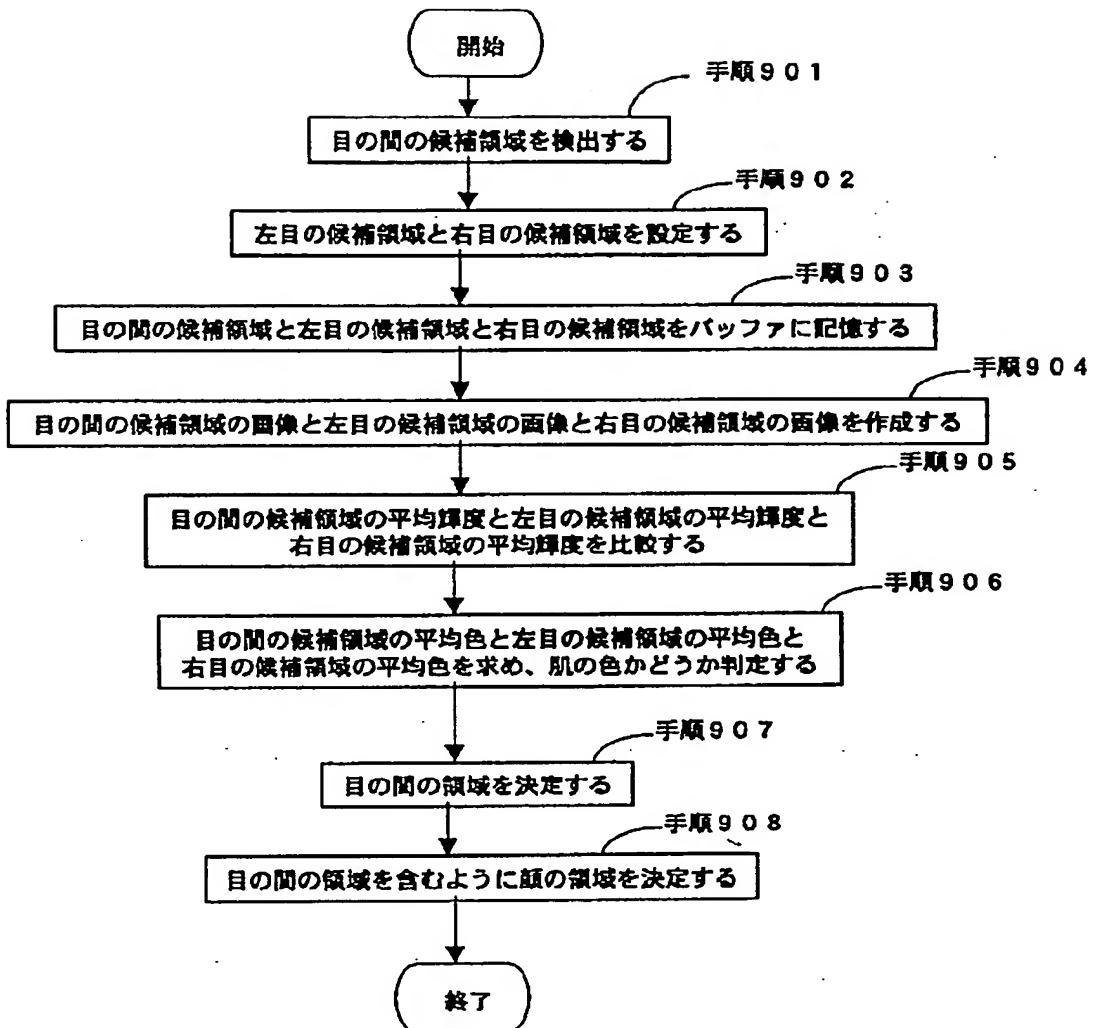
【図6】



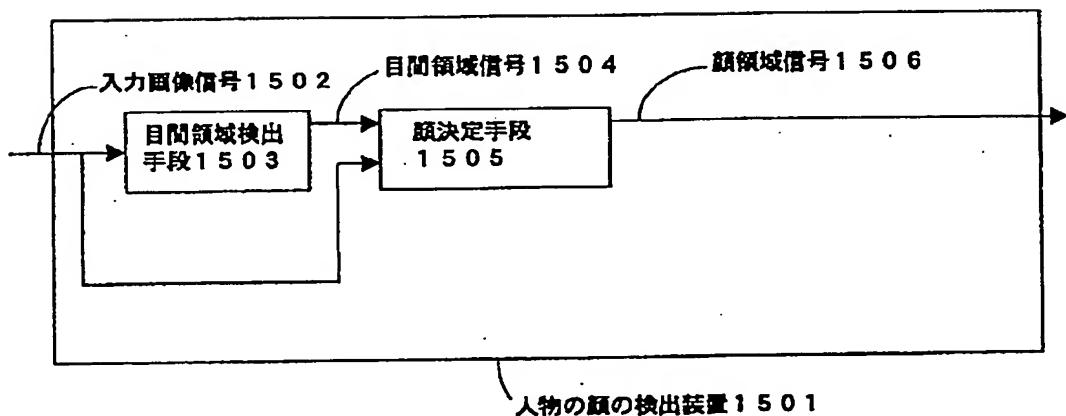
【図8】



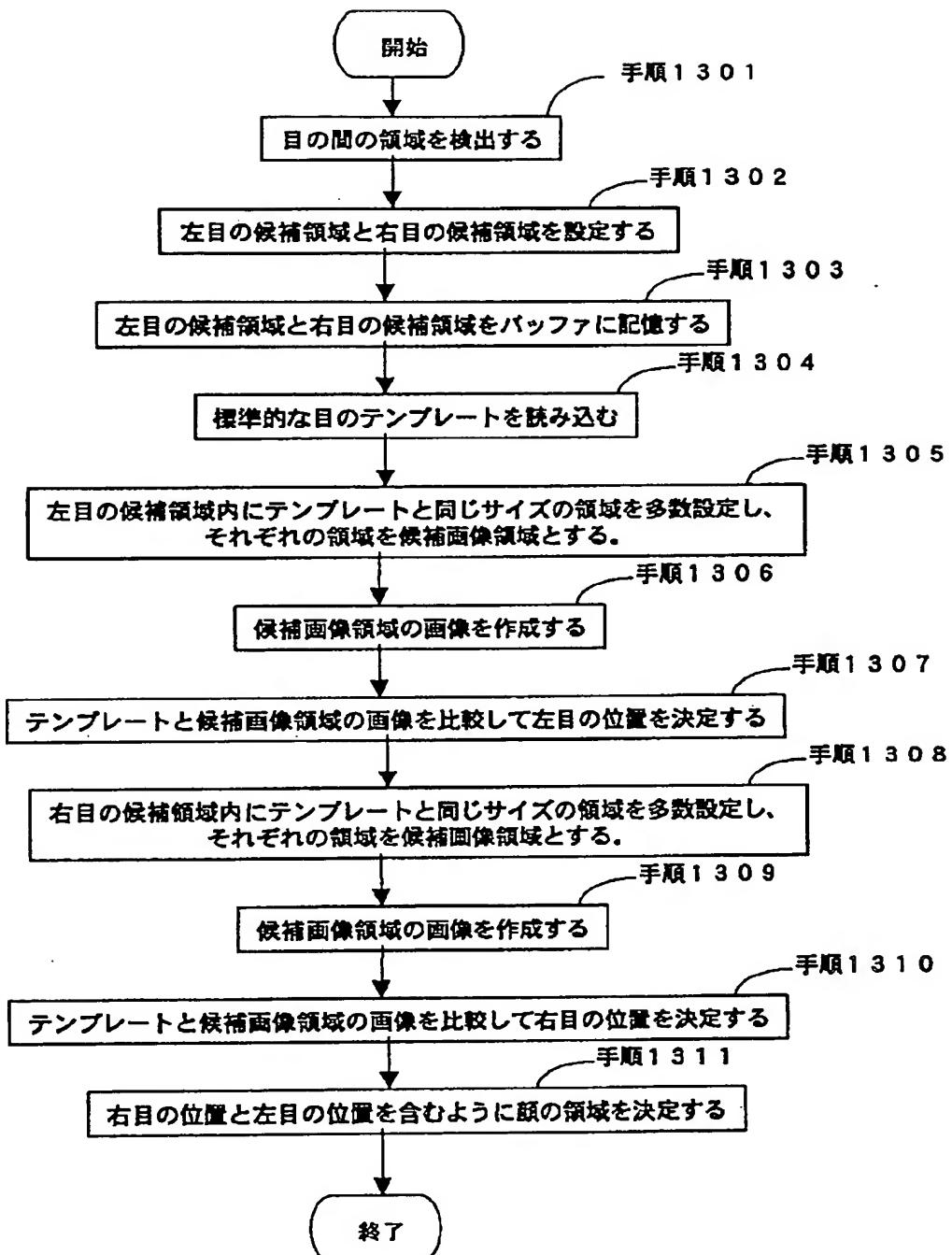
【図9】



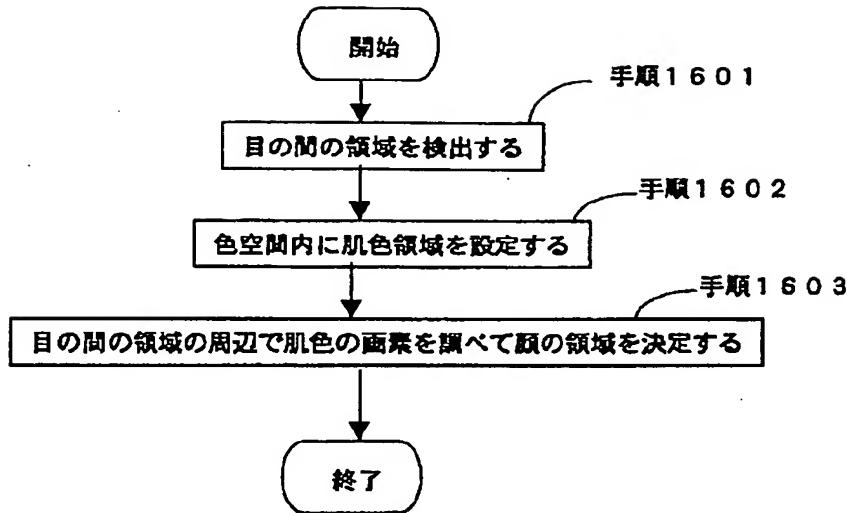
【図15】



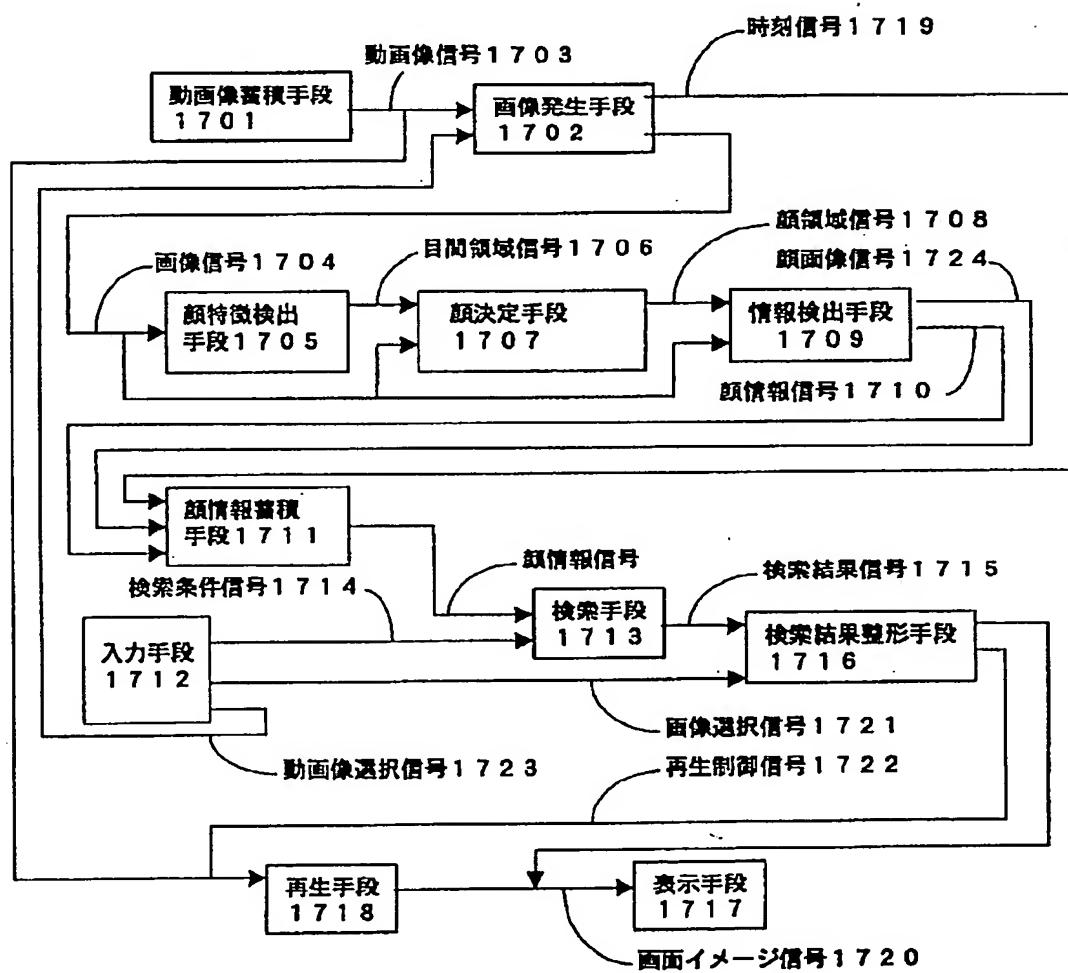
【図13】



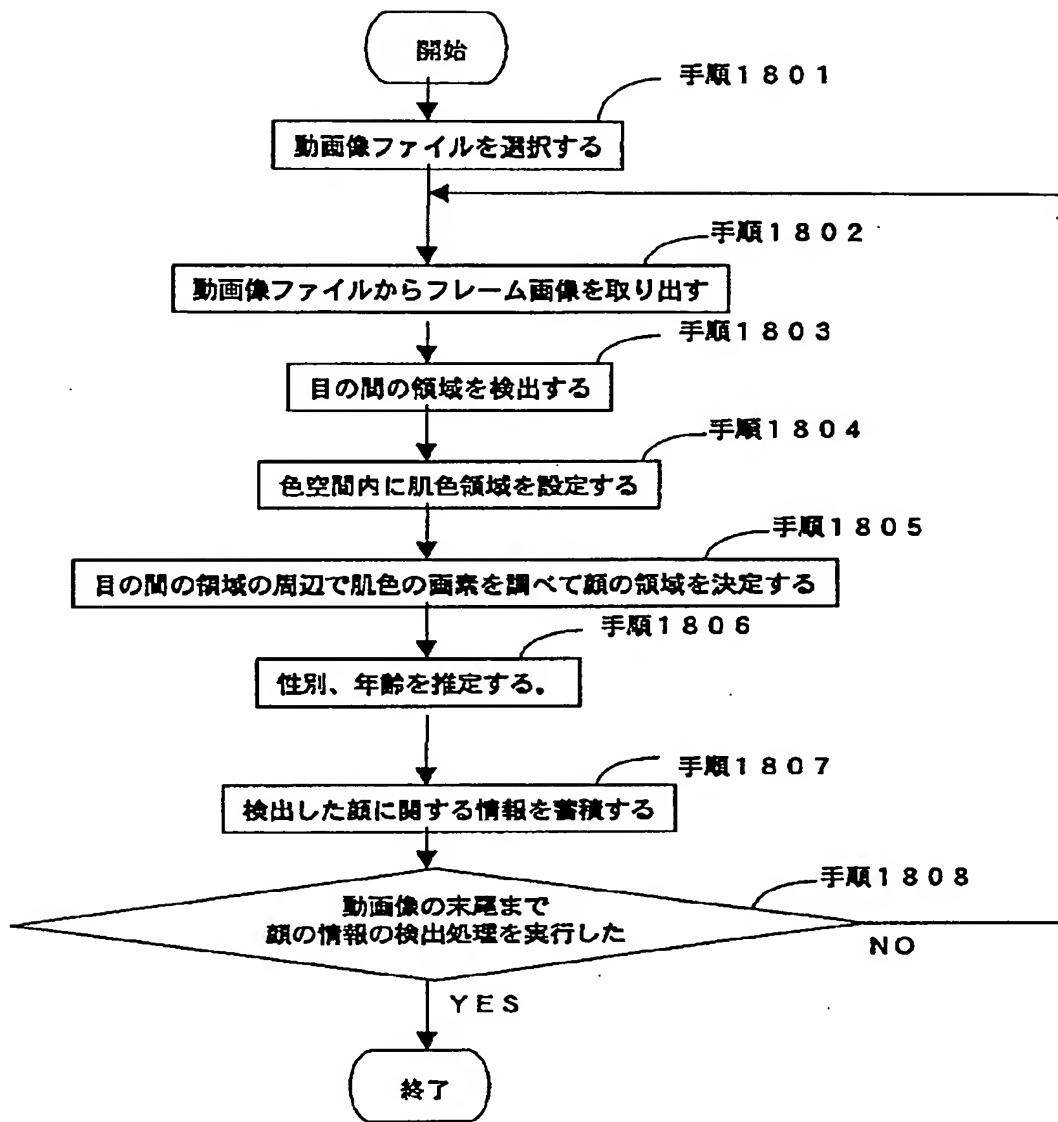
【図16】



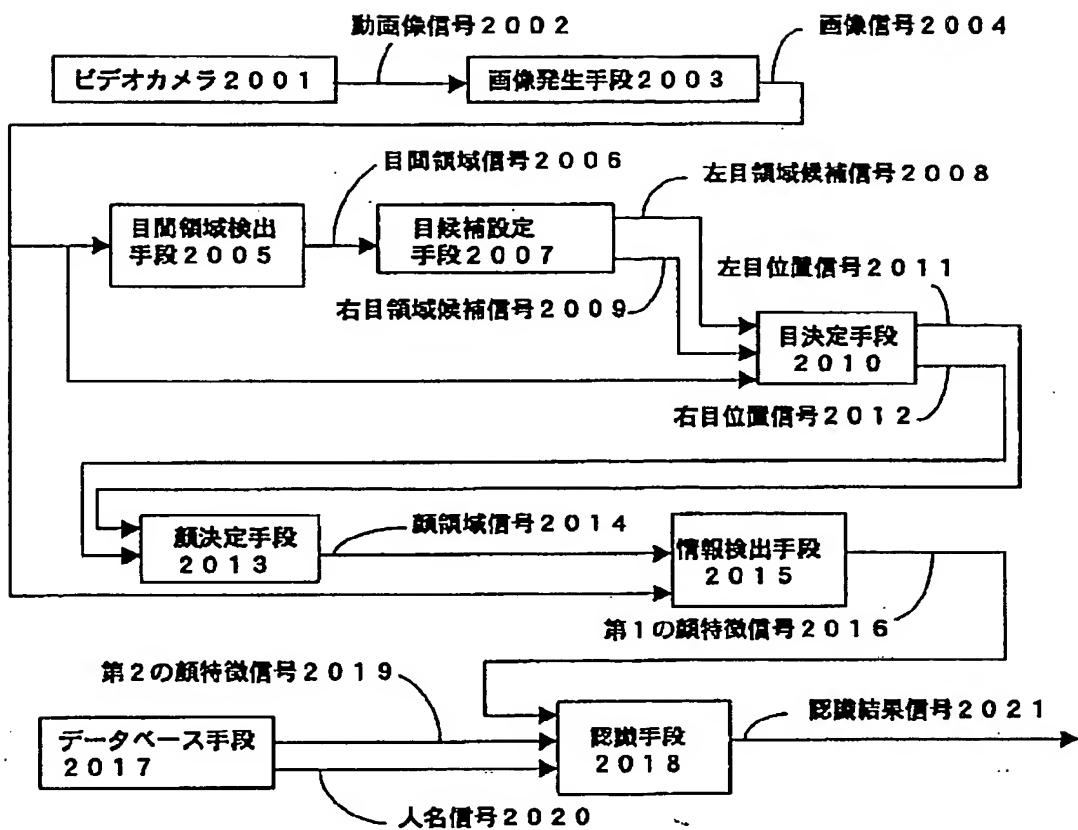
【図17】



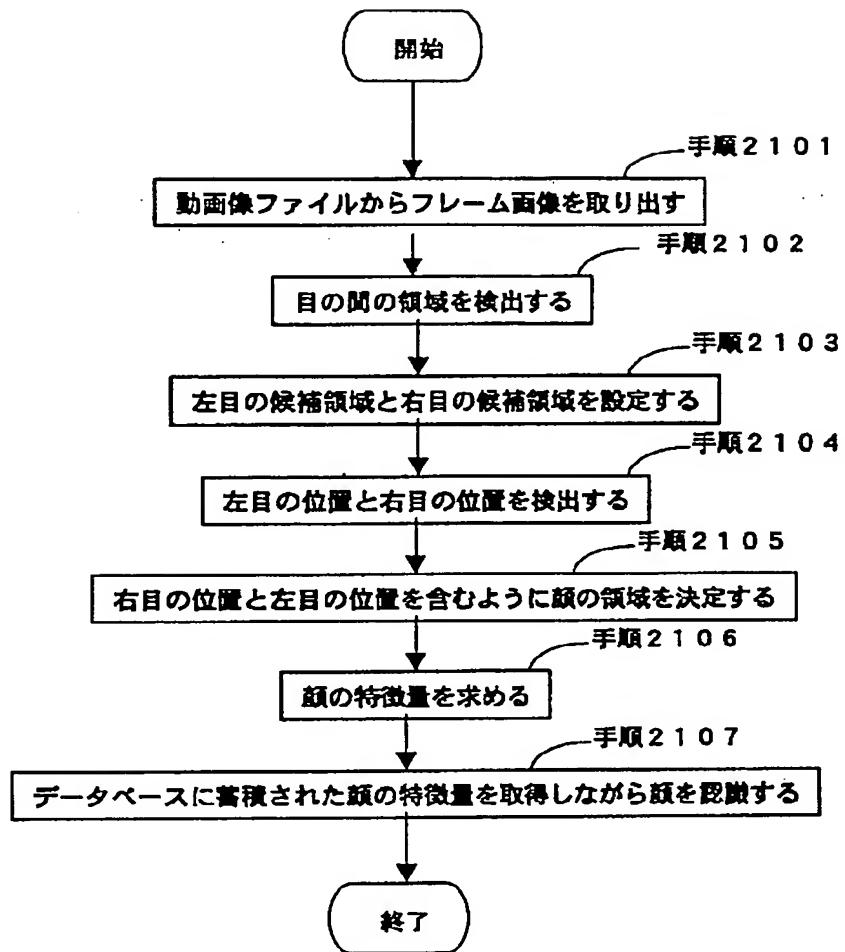
【図18】



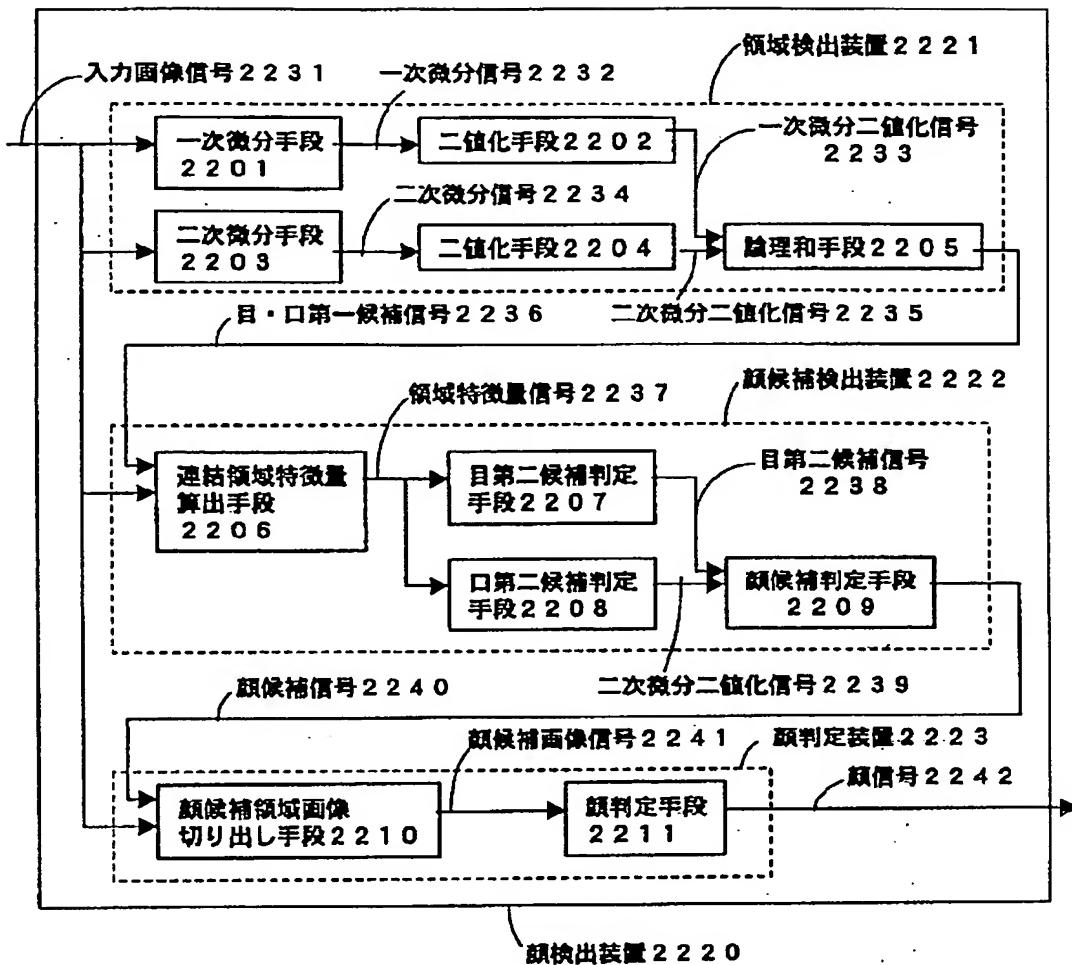
【図20】



【図21】



【図22】



フロントページの続き

(72) 発明者 長尾 健司

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1
号 松下技研株式会社内

(72) 発明者 相馬 正宜

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1
号 松下技研株式会社内

Fターム(参考) 5B047 AA30 CB22 DC04 DC09

5B057 AA16 AA19 CC02 DA08 DA11
DB02 DB06 DC16 DC23 DC25
DC36

5L096 BA18 FA03 FA14 FA15 FA37
FA76 GA19 JA11
9A001 BB03 FF03 HH21 HH25 HH30
HH31 KK31